Early edition of this epochal work, with the annotations by Aldini and a letter from Sign. Carminati adverting to Volta's objections to Galvani's experiment.

" Animal electricity, as the phenomenon was called when first observed, may be regarded as having been discovered through a chance observation of Galvani that frogs' legs developed spasms on being suspended by copper hooks from an iron ballustrade, the spasms occurring when the muscles came into contact with any part of the iron structure.

This discovery, which eventually revealed to physicists the undreamed of powers of electricity, and to physiologists the more obscure electrical manifestations of living tissues, is too well known to require extensive repetition " (Fulton, Muscular Contraction).

MEMORIE

SULLA ELETTRICITÀ ANIMALE

DI LUIGI GALVANI

P. Prof. di Notomìa nella Università di Bologna

AL CELEBRE

ABATE LAZZARO SPALLANZANI

Pubblico Professore nella Università di Pavìa

AGGIUNTE ALCUNE ELETTRICHE ESPERIENZE

DI GIO. ALDINI P. PROF. DI FISICA

BOLOGNA

PER LE STAMPE DEL SASSI

1797.

MEMORIA PRIMA.

Ho letto con tutto il piacere nell' ultima, di che m' onoraste le sperienze fatte da voi su la respirazione dei pipistrelli, e trasmesse al celebre vostro Amico Sig. Senebier; e da che pur volete il mio qualunque giudizio su d' esse, vi dirò con ogni ingenuità, che a me sembrano molto belle, e che aprono un vasto campo di nuove cognizioni, non tanto su la letargìa in cui cadono i pipistrelli, ed altri animali loro simili a sangue caldo, ma su la tanto importante opera della respirazione, la quale benchè a nostri giorni sia posta in assai maggior lume di quello che fosse ne tempi scorsi, non lascia però di essere ancora avolta in molte tenebre ed oscurità. Quanto poi alla spiegazione, che avete dato ingegnosamente dei fenomeni sull' avvicendarsi così facilmente la letargìa, e lo svegliamento in questi animali, io sono d' avviso, che abbiate colto nel segno; parendomi appunto, che tutto attribuir debbasi parte al libero volere dell' animale, parte ad una particolar struttura degl' organi della respirazione: ond' io vi conforto a proseguire in queste belle sperienze, e a riempiere ancora, per meglio accertarsi della cosa, le parti di Anatomico. Eccovi in brieve il mio qualunque sentimento.

Passo ora a pregarvi di un nuovo favore, e questo si è di volermi dare il vostro imparziale giudizio circa alcune mie riflessioni, ed alcuni nuovi tentativi su l' Elettricità, che io ho chiamata colla scorta di non pochi illustri Filosofi, animale. Siccome vi siete degnato di compiacermi in questo le molte volte, e per lettere, e per voce, così voglio sperare, che siate per

farlo anche di presente: anzi ardirei dire, che ora mi sembra di poterlo dalla gentilezza vostra a buon diritto esiggere, quasi per un certo ricambio della libertà, con cui v' ho dato qui sopra il parer mio: fatelo adunque anche per l' amicizia nostra, e per vantaggio della fisica animale, tanto da voi arricchita, ed illustrata.

Versano le mie considerazioni, e i miei sperimenti in singolar modo su l' opinione del chiarissimo Sig. Volta circa l' Elettricità animale, nel disputare su la quale opinione l' ubertà della materia m' ha portato più oltre, sì che per amor di chiarezza, e d' ordine ho pensato a dividere questo mio scritto in più memorie, che tutte a voi diriggo, e sottopongo al vostro fino discernimento. Voi sapete la dottrina, e la penetrazione dell' ingegno di questo illustre Filosofo; sapete li molti bellissimi, e finissimi sperimenti da lui tentati, e sapete altresì come questi tendano a distruggere affatto l' eletricità di questo genere, ed a stabilire la macchina animale rapporto all' elettricità, nulla più, che un semplice corpo umido qualunque; tutto all' opposto di quanto io ho creduto, e mi sono studiato di dimostrare colle fatiche, e travagli di molti anni.

Io con nuove considerazioni, e nuovi tentativi ho procurato di sostenere questo pregio della macchina animale a fronte delle forti, ed ingegnosissime opposizioni del sopradetto Autore; ma non so se sarò giunto a tanto. In tale dubbiezza permettetemi adunque, che io senza più vi metta qui brevemente sotto un colpo d' occhio i gravi argomenti, e i bellissimi esperimenti, che il Sig. Volta in molte dissertazioni pubblicate ha proposti a favore dell' opinione sua.

Amette egli adunque nelle sue prime memorie publicate, che il principio, che per mezzo dell' arco conduttore metallico, e delle metalliche armature da me inventate, posto viene in azione, ed eccita le contrazioni e i moti muscolari, sia realmente il fluido elettrico, come ho io giudicato, e pubblicato il primo: in questo poi discorda da me che dove io l' ho congetturato un fluido particolare, e proprio dell' animale; egli per l' opposto lo crede il solo comune, ed universale sparso in tutt' i corpi, il quale messo in giro dai metalli, se si incontra in qualche nervo, lo urti, e lo irriti, e quindi come stimolo il più efficace d' ogn' altro sin' ora conosciuto, ecciti la forza nervea, quella cioè, per cui si contragga il muscolo. Siccome per

le

le dimostrate leggi dell' equilibrio dell' elettricità, un tal fluido non si pone in moto, molto meno in circolo, se non quando si trova sbilanciato, così egli per stabilire un tale sbilancio non amette altrimenti una particolar macchina nell' animale, come io suppongo, ma ricorre alla differenza dei metalli, che lo sbilanciano; e tale differenza pone primieramente nella diversa natura, e sostanza dei metalli che si adoprano per tali esperimenti, poi nella diversa loro politura, grandezza &c.; e in fine nella differente collocazione dei medesimi su le parti dell' animale: dal che potete chiaramente scorgere, che conveniamo ambidue nell' esistenza dell' elettricità negl' animali, e nel disequilibrio, o sbilancio della medesima; ma siamo poi discordi quanto all' indole, che mostra, e quanto alla cagione di detto disequilibrio.

Egli vuol la elettricità, la stessa, che la comune a tutt' i corpi, io particolare, e propria dell' animale; Egli pone la causa dello sbilancio negli artifizj, che si adoprano, e segnatamente nella differenza dei metalli; io nella macchina animale; egli stabilisce tal causa accidentale, ed estrinseca, io naturale, ed interna; egli in somma tutto attribuisce ai metalli, nulla all' animale; io tutto a questo, nulla a quelli, ove si consideri il solo sbilancio.

Ora permettetemi di venir esaminando la cosa parte per parte; e in primo luogo cominciando dalla natura dell' elettricità: come può dirsi l' elettricità, che noi ravvisiamo negl' animali posti a cimento, pura, e semplice elettricità comune, se si manifestano in essa caratteri tanto differenti da quella? Quand' è che la comune, benchè debole non agisca a qualche minima distanza? Quando, che non attraversi uno strato d' aria, o di vuoto della macchina pneumatica? Quando, che non passi per un arco continuato, ma formato in vece di un solo filo di metallo, e di più pezzi congiunti assieme a modo di catena? Eppure gli esperimenti miei, e quelli fatti pur' anche da voi sulla elettricità della Torpedine, elettricità che ha tanto rapporto su quella di cui trattiamo, chiaramente dimostrano l' esistenza di questi caratteri nell' elettricità animale, che mancano nella comune. Inoltre l' elettricità comune messa in isbilancio, non si restituisce ella tosto all' equilibrio, e non cessa di dare indizio di se medesima, immersi che siano i corpi nell' acqua, o posti a lungo contatto con sostanze deferenti? Eppure niente di somigliante avviene

nell' elettricità animale: perchè quantunque sieno posti sott' acqua gli animali colle loro armature, e per conseguenza siasi dato luogo prima allo sbilancio cagionato da esse, secondo ciò, che opina il Sig. Volta, e poi alla restituzione dell' equilibrio per la dimora anche lunga nell' acqua; ciò nulla ostante alla applicazione dell' arco insorgono iteratamente le contrazioni. In fine perchè l' animale elettricità non attrae i corpi leggieri a quella guisa, che sono attratti dalla comune, benche minima? Forse mi si risponderà che il grado dell' elettricità animale è un infinitesimo rispetto a qualunque minimo, e sensibile della commune messa in isbilancio negli altri corpi; ma a creder questo bisogna far gran forza a se medesimo, quando si rifletta, come possa mai succedere, che per esempio in una gamba d' un Bue, le armature quantunque si voglia grandi, non pongano in isbilancio, che una minima parte dell' elettricità incapace di dar segni, e come poi questa stessa minima parte sia valevole ad eccitare nella stessa gamba contrazioni, e moti violentissimi.

Dippiù se detta elettricità è comune, perchè aggiungendo o agl' animali, o ai metalli, o agl' archi, che loro si applicano della elettricità medesima, ed in una copia quanto vogliasi grande, oppure spogliando questi corpi di quella, che contenevano, o in altra maniera artificiosamente sbilanciandola, non si ottiene mai la minima differenza d' effetto nella vivacità, e nella prontezza delle contrazioni, come è stato dimostrato nell' operetta anonima che ha per titolo = *dell' uso, e dell' attività degl' archi conduttori*. =

Da tutto questo parmi di non andare errato, se conchiudo due cose; la prima, che l' elettricità di cui si tratta non è assolutamente la semplice elettricità comune, tale quale si ritrova negl' altri corpi, ma bensì modificata, e combinata con qualche principio animale per cui acquisti i riferiti caratteri, ed altri ancora suoi proprj. La seconda, che tale elettricità è assai più simile a quella del Gimnoto, ossia Anguilla di Surinam, e della Torpedine, che alla comune, come notai nel mio Commentario *De viribus Electricitatis &c.* avendo questa, giusta le osservazioni di tanti dotti, e segnatamente di Voi tutt' i caratteri poc' anzi esposti, totalmente dissimili da quelli della comune. Che se in questi animali ella giunge a tanto di dare la scossa, questo non altro significa, che una maggior copia di essa accumulata, e forse modificata nei medesimi per mezzo di una particolar macchi-

china; onde si potrebbe paragonare quest' elettricità alla procellosa, e fulminante, e quella degl' altri animali alla pacata dell' Atmosfera, come scrisse elegantissimamente il Sig. Volta nella sua dissertazione, in cui onorò con tal graziosa somiglianza questa mia scoperta, ed accompagnò di quelle lodi, che essa non merita, e che poi tutto a tratto mi tolse in altre sue susseguenti memorie.

Ma passiamo a parlare dell' altra opinione del Sig. Volta circa la cagione dello sbilancio, che egli pone nei metalli. Ogni qualvolta io abbia dimostrato, come credo di aver fatto, che l' elettricità da me trovata ha molta somiglianza a quella della Torpedine, e che simile è pure il circolo che ella fa negl' animali cimentati, io crederei di aver fatto abbastanza per dimostrare e convincere chiunque, che lo sbilancio non dipende dai metalli, ma bensì dall' animale; mentre nella Torpedine niuno negar può il circolo della elettricità nel solo, e semplice animale naturalmente costituito senza alcuno esteriore metallo: e siccome giusta le note leggi dell' elettricità non si fa circolo senza sbilancio; chi potrà negare, che questo non nasca da particolare organizazzione di questi animali? E chi per conseguente in forza di analogìa ricuserà di accordare questo stesso negl' altri animali, in cui da me, e da tanti altri si è mostrato artificiosamente questo circolo? Ma della Torpedine, da cui ritraggo argomenti a conferma dell' opinion mia sulla elettricità animale parlerò più diffusamente nell' ultima memoria &c.

Ora per altro non voglio appoggiare le mie ragioni al solo argomento di analogìa: e giacchè il Sig. Volta si serve di esperimenti per dimostrare la verità della sua teorìa, e la falsità della mia, così è giusto, ch' io tenga pure un simil camino. Mi accorda egli adunque cortesemente, che quantunque volte i moti muscolari ottenuti senza alcun metallo, e riferiti nell' opuscolo ultimamente escito in luce, fossero costanti, e violenti, come quegli eccitati dai metalli, e non dipendessero da alcun' altra estrinseca cagione, e segnatamente da uno stimolo, che soffrono a parer suo i nervi nel venire a contatto coi muscoli, avalorato anche per l' accelleramento di moto, che viene indotto nei medesimi dall' attrazione dell' umidità, m' accorda dissi, che allora tai moti dipenderebbero dalla elettricità naturalmente sbilanciata nell' animale, e che le conseguenze, che ne deduce l' autore dell' opuscolo anonimo a favore della macchina, sarebbero giuste, ed andrebbero bene.

Fac-

Facciamoci pertanto ad esaminare l' uno, e l' altro di questi due punti interessantissimi: e incominciando dal primo, io posso accertare, che non già poche volte, come egli asserisce, ma in molte, e molte esperienze mi è riuscito di ottenere tai moti, quasi sempre, di modo che delle cento volte in alcuna solamente è mancato l' effetto: e tali esperimenti sono stati di nuovo tentati pubblicamente nell' Instituto nostro delle scienze alla presenza di molti dotti scolari, ed' altre persone in questo genere di cose assai bene versate; ne mai sono andati sinistramente. A maggior conferma del vero ho procurato, che ai medesimi sperimenti prestassero cortesamente l' attenzione, e l' opera loro varj miei illustri amici, tra i quali credo basti nominare il dottissimo Segretario della nostra accademia Sebastiano Canterzani, a cui non ho mai tralasciato di far vedere ogni mio sperimento, e di comunicargli ogni mia qualunque congettura prima di pubblicarla, sebbene inanzi ad ogni altro io poteva nominar voi, che come in ogni maniera di scienze, così nella difficil arte dello sperimentare, siete eccellente, e solenne maestro, e che la mia buona ventura volle che avessi non solo testimonio, ma giudice ancora appsovatore di questo stesso sperimento. Sembra dunque, che dalla costanza dell' esito, ove l' esperimento sia eseguito colle debite cautele, venga tolta ogni dubbiezza; e mi lusingo bene, che il Sig. Volta accurato filosofo, ch' egli è, non porrà in dubbio la verità di un fatto, e di uno sperimento, solo perchè alcuna volta non succede; altrimenti non potrebbe più ammettersi in Fisica per vero alcun fatto dallo sperimentar dedotto. Egli meglio di me conosce, che sono tali, e tante le minute circostanze, e spesso ignote, che concorrono al buon esito dello sperimento, che è troppo facile, che alcuna ne manchi, benchè si usi ogni diligenza; e che quindi il fenomeno sempre per se costante, pur talvolta indarno si desideri.

Ma soggiunge egli di più, che tali moti non sono violenti, ne mai paragonabili a quelli eccitati dai metalli: rispondo, che sono essi però tali da mettere in moto tutta la gamba della rana, e di farla alzare non poco: che se non sono gagliardi, e forti al segno di quelli indotti dai metalli, questo però non prova, che non si abbiano senza metalli. La presenza dell' effetto è quella, che decide della presenza della causa; la quantità poi di esso decide della intensione singolarmente, e della

ga-

gagliardìa della medesima: e infatti se dalla sola quantità dell' effetto ci lasciassimo condurre a stabilire la causa, quanto spesso andremmo noi errati? Un chiaro esempio, ed opportunissimo al caso nostro ne porge la boccia di Leiden. Se dall'aversi una fortissima scarica allorchè essa boccia è armata di metallo, e vi si applica un'arco conduttore metallico, e al contrario debolissima, e quasi niuna, quando non è armata, e vi si adatta un' arco conduttore di legno verde, o bagnato, alcuno ne traesse la conseguenza, che sono dunque i metalli la cagione dello sbilancio dell'eletricità, e del fenomeno, e non piuttosto la diversa carica delle superficie, e la costruzione, e natura della boccia stessa, come non andrebbe questi lungi dal vero? Giacchè tutt' i fisici convengono, che i metalli attraendo per natura loro, e meglio conducendo il fluido elettrico, già nella boccia sbilanciato, ne accrescono bensì la forza, ma non ne producono essi lo sbilancio. Lo stesso m' immagino io avenire nel caso nostro; avvalorano i metalli la forza dell' elettricità animale naturalmente sbilanciata, non la sbilanciano essi.

Ma passiamo alla seconda obbjezione quanto più sottile, ed ingegnosa della prima, altrettanto più forte, e seducente, a segno, che senza nuovi esperimenti forse non potrebbesi totalmente distruggere. E quì permettetemi, che per maggior chiarezza di quanto sono in appresso per esporre io vi rimetta sotto l' occhio l' esperimento che è in questione. Preparata dunque al solito la rana si tagliano i nervi ischiatici quanto più si può vicino al canale delle vertebre; si prenda indi la rana, e si sostenga in aria per una delle coscie, o colla nuda mano, o per mezzo di qualche corpo coibente, ciò che torna lo stesso: si applichi indi al nervo ischiatico della coscia libera, e pendola sopra quella porzione di ossetto tagliato, che corrisponde nelle rane all' osso innominato de' quadrupedi, usando tutte le cautele esposte nell' operetta anonima, e studiando singolarmente che il suddetto ossetto resti libero e pulito da ogni parte muscolare. Così disposte le cose si cerchi, che il nervo collocato sopra l' ossetto come sopra un punto d' appoggio resti pendolo, ed alquanto distante dalla lateral parte muscolare della sua coscia. Forma allora il suddetto nervo così collocato, e sostenuto come un' arco, di cui una estremità è già naturalmente applicata, e inserita nell' interno dei muscoli, l' altra aspetta di venire a contatto colla parte esterna. Si pieghi dunque a poco a

po-

poco, e con somma lentezza la coscia con cui si sostiene l'animale, sino che l' estremità del nervo venga a un blando, e leggerissimo contatto con uno de' suoi muscoli, e meglio se con uno de' laterali esterni; ecco tosto, che al momento del contatto, ossia della totale applicazione dell' arco nervoso senza l' interposizione di alcun metallo, si eccitano le contrazioni sensibilissime, di non mediocre forza, e gagliardìa in tutt' i muscoli della corrispondente gamba, ed essa si move quando più, quando meno secondo il vario stato dell' animale, che si sottopone all' esperimento. Questo fatto a me sembra realmente convincente: ma il Sig. Volta si studia di togliere al medesimo tutta la forza, avendo ricorso, siccome ho detto, all' azione dello stimolo, che vuol egli, che sia l' autore delle insorte contrazioni; e per far pur valere la sua opinione mette fino in campo quel piccolo acceleramento di moto che acquista il nervo per ragione secondo lui dell' attraente umidità del muscolo, pel qual acceleramento di moto si accresca la forza dello stimolo. Di più confonde accortamente le contrazioni nate dall' applicazione di quest' arco nervoso, con que' tremori, e sussulti che svegliansi spontaneamente negl' animali preparati, e che sono prodotti dallo strazio, che di loro si fà nell' atto di prepararli, e per far valere vieppiù l' azione dello stimolo dice, di non aver mai osservato tai moti, se non quando i nervi, e i muscoli godevano di un pieno vigore di vitalità, e tale che ogni stimolo meccanico, ogni urto, e compressione bastavano ad eccitarli. Ora incominciando da quest' ultimo punto di obbiezione, come mai può egli stabilire questo, quando anzi perchè riesca l' esperimento con chiarezza, e sicurezza, fa di mestieri aspettare, che sieno estinti totalmente i suddetti moti spontanei? Inoltre poichè tai moti succedono quasi sempre nello stesso animale, non alcune poche volte solamente, ma le dieci, e le venti e le più ancora, come mi sono assicurato replicando in quest' ultimi giorni gli esperimenti: come può asserir egli esser necessario il pieno vigore di vitalità negli animali, quand' anzi richiedesi pel felice esito della cosa, che le rane non siano tratte recentemente da loro paludosi alberghi vegete, e vigorose, ma che siano piuttosto tenute in adatti serbatoj lungamente, e soffrano lunghi digiuni prima dell' esperimento, cosicchè restino smunte, e indebolite, e preparate si veggano presso che prive d' ogni sangue.

Ecco

Ecco pertanto se io mal non mi appongo la cagione del differente esito degl' esperimenti del chiarissimo Sig. Volta da quello de' miei: Egli ha tentate delle rane robuste e ben pasciute, e forse nella stagione di estate, tempo in cui le rane preparate presto si prosciugano, e fuori d' acqua presto sen muojono, non potendo soffrire lunghi digiuni senza soccombere. In fatti lo stesso è a me avvenuto esperimentando in simili tempi.

Ma veniam all' obbjezione dello stimolo, ch' è la più forte; e cominciando dall' accelleramento del moto del nervo, e dall' attrazione di esso nervo, allorchè è egli nella massima vicinanza ai corrispondenti muscoli, fenomeni che a me pure è sembrato di osservare nell' accennato esperimento, perchè non potrebbero essi più acconciamente ripetersi dall' attrazione elettrica, che non dall' attrazione dell' umidità, che è la comune de' corpi? Ma lasciando da parte questo ragionevole dubbio, e tornando allo preteso stimolo che riceve il nervo nel cadere su del muscolo, per chiarirsi, che le indicate contrazioni da questo non dipendono, basta applicare nel luogo in cui cade il nervo su la coscia, un qualche piccol corpo coibente quanto vogliasi aspro, e duro; al contatto di questo col nervo non mai avverrà contrazione alcuna: e pure chi non è forzato a riconoscere in tal corpo un più efficace stimolante, che non è la molle sostanza dei muscoli? Non basterà forse la durezza del medesimo per supplire a quella forza di stimolo secondo il Volta nata dall' acceleramento di moto nel nervo, e che qui manca per difetto di umidità? Or via si inumidisca quanto si vuole questo corpo coibente, a patto però che l' umidità non giunga fino ai sottoposti muscoli, rinnovisi di poi l' esperimento; e si vedrà che non ostante l' umidità aggiunta l' esito ne è lo stesso. Si incolperà forse l' umidità adoprata di inefficace perchè non è la stessa, che quella del muscolo? E bene, se ne adopri di questa stessa, ma colle indicate cautele: niente di meno la prova non riesce. Forse per diffendere pure la propria causa vorrà egli accusare quì la diversità dello stimolo di esso corpo da quello dei muscoli? Facciasi dunque uno sperimento, in cui lo stimolo applicato al nervo sia sempre lo stesso, e la diferenza sia solo nella continuazione, o interuzione dell' arco formato parte del nervo, parte dalla stessa sostanza, che servir dovrebbe da stimolo giusta il sentimento del Sig. Volta.

L' esperimento sia il seguente. Sopra il piccol corpo coibente applicato come si è detto alla parte laterale della coscia, si ponga un pezzetto di carne della rana, come sarebbe de' muscoli del basso ventre; sia questo diligentemente, ed esattamente isolato nel detto corpo, di maniera tale, che ne per se, ne per alcuna umidità abbia essa la minima comunicazione coi sottoposti muscoli: si faccia allora al solito venire a contatto il nervo col detto pezzo di carne isolata: niuna contrazione neppure in questo caso, fatto con ogni esatezza l' esperimento, non si sveglierà giammai. Si faccia di poi, che stesa questa piccola porzione di carne comunichi coi sottoposti muscoli, e rinnovato l' esperimento si determini a contatto il nervo con quel pezzetto di carne nel luogo stesso: ecco che compariscono immediatamente le contrazioni, e i moti della gamba. Se il fenomeno nascesse da stimolo, siccome l' aceleramento del moto del nervo, e il corpo su cui percuote sono totalmente li stessi si nell' uno, che nell' altro caso, così dovrebbe pur' essere lo stesso anche lo stimolo, ed in conseguenza in ambi i casi dovrebbero avvenire egualmente le contrazioni; ciò pertanto non verificandosi, sembra dimostrato, che dallo stimolo meccanico del nervo non dipendono assolutamente tai contrazioni. Or chi non vede chiaro, che quando le carni sovraposte al corpo coibente sono isolate, l' arco formato dal nervo è interrotto, e che per contrario è continuato qualora le medesime comunicano coi muscoli della coscia? Ossia chi non vede, che l' arco non è applicato nel primo caso al muscolo, che con una sola estremità, con quella cioè, per cui naturalmente egli s' inserisce nel suo muscolo, e poi con ambedue nel secondo per mezzo del pezzetto di carne aggiunto, e che quindi il natural circolo della elettricità può compiersi in questo, e non altrimenti in quello? Ma chi avvi appena versato nelle fisiche materie, che non sappia non formarsi un tal circolo, che ove l' elettricità è sbilanciata? Conviene adunque confessare che lo è naturalmente nell' animale in vigore di una particolar macchina, e che da questo sbilancio, e non altrimenti da stimolo meccanico nascono le sopprariferite contrazioni; spero pertanto di avere dimostrato quanto il Sig. Volta da me richiedeva, perchè queste conseguenze caminasser bene; e spero altresì che non vorrà egli ritorsi ora, quanto m' aveva prima cortesemente accordato, qualora fossero le contrazioni costanti, e rimosso fosse ogni sospetto di stimolo.

Quan-

Quanto poi ho studiato io di dimostrare co' narrati esperimenti, altrettanto ha pure fatto il chiarissimo Sig. Valli nella sua lettera XI. su l' elettricità animale, al cui fino intendimento, ed alle cui bellissime esperienze debbo io non solo moltissimo, ma l' elettricità animale singolarmente; mentre le contrazioni da lui in tante maniere ottennute senza l' interposizione di alcun metallo, o di carbone, ma solo per mezzo di archi formati o da parti dell' animale stesso, o da chi travagliava nell' esperimento, tolgono al dir di lui ogni forza motrice, e ogni magica virtù ai metalli, ed a parer suo fanno che al tempo stesso cessi l' elettricità animale di essere un problema. Io tengo per certo, che alla forza di questi esperimenti il Sig. Volta di giusto criterio, ch' egli è, non opporrà cos' alcuna, ed abbandonerà ogni sospetto di stimolo applicato ai nervi: Che se tuttavolta alcuno non così giusto pensatore come è desso volesse pure ostinatamente ritenere l' opinione sua dello stimolo; sul riflesso, che comunque si instituisca l' esperimento d' uopo però è sempre, che il corpo qualunque in esso adoprato tocchi finalmente il nervo, e che da questo contatto può sempre nascere un qualchè stimolo; Io potrei far riflettere a questo tale, come poco innanzi ho avvertito, che si toglie ogni ragionevole sospetto di stimolo dalla costanza, con cui succedono le contrazioni, allorchè il pezzo di carne posto nel corpo coibente, communica colle sottoposte carni, e mancano allorchè non v' abbia questa communicazione, quantunque lo stimolo sia sempre, come ognun vede, assolutamente lo stesso. Ma tuttavolta a dissipare ancora quest' ombre, e questi timori, si muti nella maniera, che sono per accennare lo sperimento. Tengasi tra le dita sospesa una rana per una delle gambe, e si applichi il nervo preparato dell' altra su d' una piccola striscia tendinea, oppur carnosa di esso animale, la quale sia posta su d' un piano coibente, come di vetro: sia detta striscia ben umida, e l' estremità del nervo ben adattata ad una porzione della medesima; indi un' altra simil striscia si sovrapponga ai muscoli della coscia corrispondente nel luogo ad un dipresso su cui caderebbe il nervo, se l' esperimento si facesse nella maniera consueta: abbia questa seconda striscia due estremità, l' una larga, l' altra ristretta; la prima si affissi alla coscia nel modo già detto, e l' altra estremità rimanga pendola, e libera. Di tal maniera preparate le cose, si alzi questa libera estremità con un sottilissimo cilindro di vetro, indi si lasci cadere, non già sul

nervo, ma su la prima striscia tendinea, o carnosa stesa sul vetro, nella quale giace esso nervo: sia il punto su cui cade l'estremità libera della striscia a qualche distanza dal punto, ove posa esso nervo: sul momento del contatto dell'una striscia coll'altra nasceranno le contrazioni, ove l'animale abbia per altro tutte le condizioni già tante volte esposte: e ciò, che rende l'esperimento più sicuro, e alcuna volta più grazioso si è l'avvertire, che la striscia su cui poggia il nervo abbia alcun suo punto rilevato, e massimamente alla estremità, su cui si lascia poi cadere la striscia, che abbiamo voluta libera; poichè in tali circostanze le contrazioni succedono non solo più felici, e più pronte, ma talvolta sì frequenti, che la gamba su cui cade l'esperimento presenta una specie di carriglione elettrico animale, simile a quello che indicai nel mio opuscolo. E' chiara cosa, che in questo esperimento punto non si muove nè la porzione di striscia su cui giace il nervo, ne quella, che tocca il muscolo: sono le sole estremità di dette striscie che si muovono, e vengono fra di loro a vicendevole contatto. Sarebbe pertanto vano il cercare in questo caso, e il pretendere un'irritamento fatto sia al nervo, sia al muscolo; e sarebbe altresì una pura chimera il ripetere da questo irritamento le insorte contrazioni; l'esperimento è certamente delicato perchè conviene, che l'animale sia in quello stato di forze, di grandezza in cui e possa comodamente adattarsi al cimento, e le muscolari contrazioni insorger possano prontissime, anche scorso non piccolo intervallo di tempo dopo la non breve preparazione: conviene inoltre, che le dette striscie sieno ben umide, e di una certa picciolezza, e sottigliezza, e bene adattate all'animale. Ove però si abbiano le dette necessarie cautele, non lascia di comparire il fenomeno; io l'ho veduto più, e più volte, e meco li Sigg. Dott. Giulio Cesare Cingari Professore di Medicina pratica, Dott. Francesco Sacchetti Professore di Astronomìa, Uomini di singolar dottrina, e di finissimo criterio, i quali mi sono sempre stati compagni in tutte queste mie sperienze, come pure il Sig. Dott. Camillo Galvani Nipote mio carissimo, Autore del non volgare opuscolo pubblicato in Bologna l'anno 17.. circa i Fosfori, alla cui singolar destrezza, e diligenza io debbo in buona parte l'esito di tutt'i miei esperimenti. Ma a vincere pur anche la difficoltà, che seco porta questo esperimento, anzi a renderlo più commodo, e più decisivo, in vece delle striscie già dette, si stacchi,

Ca-

e si separi totalmente da una rana il muscolo della gamba, che corrisponde ai gastrocnemi dell' uomo, e forma la parte, che volgarmente potrebbe dirsi pelpastrello; indi si tagli longitudinalmente questo muscolo, e si divida in due porzioni; poi si stenda l' animale preparato su di un piano coibente: si ponga sotto l' una coscia verso la parte sua superiore una delle dette porzioni coll' estremità sua più larga; indi si sovraponga all' altra porzione parimenti nella parte sua più larga l' estremità del nervo corrispondente: sieno le dette porzioni a tale distanza fra di loro, che alzando l' una di esse, o accostandola col solito cilindro di vetro, venga a contatto coll' altra, e massimamente verso l' estremità libera. Abbiasi in oltre l' avvertenza di collocare le dette due parti di muscolo così, che nella caduta, o nell' accostamento si tocchino ambe colla loro liscia, ed umida parte esterna, o l' una con detta parte, l' altra coll' interna. In simil guisa disposte le cose si tenti l' esperimento; rado sarà, che manchi del bramato effetto, e che non si veggano pronte le contrazioni: fra molte, e molte rane, che io ho cimentate appena è stato, che una od altra m' abbia negato gli aspettati moti Io gli ho di più veduti le non poche volte non solo nel porre a contatto fra di loro le dette estremità, ma eziandìo nel rimoverle da quello, che è lo stesso, che dire non solo al compiersi dell' arco interrotto, ma anche al dividere, ed interompere quello, che era continuato: li quali fenomeni corrispondono appunto a que' che sono riferiti nell' opuscolo più volte citato, e che appartengono tanto all' arco artificiale, quanto al naturale.

Ma comecchè potrebbe cadere in mente a qualche fastidioso, e forse troppo severo giudice, che il moto, che si fa alzando le suddette parti potesse pure comunicare un qualche irritamento quando al nervo, quando al muscolo, perciò si cangi l' esperimento nella maniera, che sono per esporre, onde togliere ogni sì fatto sospetto; sospetto per altro affatto vano, ed insussistente, restando sempre immobili quelle due parti del muscolo tagliato, su le quali giace il nervo, e la coscia. In vece adunque di far cadere, o di accostare a contatto l' una delle estremità dei detti pezzi di muscolo coll' altra, si scostino anzi fra di loro qualche cosa, così che l' arco muscolare sia interotto: si lascino ambi immobili sul detto piano, indi si applichi un terzo pezzo di muscolo alle suddette estremità in modo però, che alzato per mezzo di un cilindretto di vetro si lasci cadere sovr' una di esse

a com-

a compiere l' arco. Vedrannosi ove la rana sia delle bene addatte allo sperimento, nascere sul momento del contatto le solite contrazioni. Lo stesso mi è pure accaduto di osservare, servendomi d' un pezzo di pelle di una rana ripiegato, purchè si adatti questo alle suddette estremità muscolari coll' interna umida superficie. Ognuno pertanto qui vede formato l' arco di pure sostanze animali, e tolta ogni incertezza, e dubbietà dell' esperimento, e ogni sospetto di stimolo meccanico, e provato pure nello stesso tempo il circolo della elettricità dipendente dalla sola macchina dell' animale, che si mette alla prova. Che se pure su di ciò rimanesse eziandio ad alcuno qualche dubbio, io mi lusingo, che voi glielo potrete sgombrare affatto dalla mente, quallora vogliate, siccome spero, aver la bontà di narrargli quell' esperimento, che ebbi l' onore di fare non ha molto sotto i vostri occhj, e che voi vi degnaste di approvare siccome decisivo.

Voi potrete accertarlo, che niuna contrazione si eccita, siccome voi vedeste, allorchè tenendo uno fra le dita l' animale preparato nella maniera proposta per far sì, che il nervo pendolo cada sulla coscia corrispondente, pieghi in vece l' animale in guisa che il nervo venga a contatto non più con essa, ma bensì colla coscia di un' altra rana preparata alla stessa maniera, e sostenuta da altra persona, o poggiata su d' un piano qualunque. Potrete avvertire, che in tale sperimento non si ha nessuna contrazione, quantunque fatto in modo, che il nervo venga a contatto collo stesso muscolo, e nello stesso luogo, in cui verrebbe se il nervo sì facesse cadere su la propria corrispondente coscia. Nel fare però tale esperimento è d' uopo, siccome vi dimostrai, osservare diligentemente, che la coscia di questa seconda rana non tocchi quella della prima, o non comunichi con essa per qualche non ben ravvisata umidità qualunque, o d' altro corpo deferente; perchè allora nascono le contrazioni, come se il nervo toccasse la sua corrispondente coscia. Questo fatto comprovato dall' autorità vostra darà bando a tutti i sospetti di stimolo, e metterà in piena luce il circolo, che si contrasta. Ora è ch' io spero dalla gentilezza non meno, che dall' accurato giudizio del Sig. Volta, e dall' onestà sua il pieno assenso alle conseguenze da me dedotte, anzi il suo favore per l' elettricità animale, e pel naturale suo sbilancio. Ciò e a me sarà di gloria, e alla elettricità animale di vantaggio, e splendore, massimamente se riconosciutela per vera, vorrà pure accordarle i suoi studj,

e le

e le sue fatiche, ed arricchirla di que' bellissimi, ed ingegnosissimi esperimenti, che sono proprj di Lui.

MEMORIA SECONDA.

Da tutti gli esperimenti, che ho avuto l'onore di riferirvi nella scorsa Memoria, si rileva chiaramente che una lunga, e costante serie di contrazioni muscolari in tutto simili a quelle, che si ottengono per mezzo de' metalli, si ha senza metalli, mediante un solo e semplice arco di sostanza animale, e che in conseguenza non dipendono queste da alcuna delle due supposte cagioni di stimolo cioè, e di forza metallica. Ma quì il Sig. Volta, e i suoi seguaci dir potrebbero, che quantunque queste contrazioni non riconoscano alcuna delle due cagioni, può nascer però dubbio, che v' abbia parte in esse la eterogeneità, che corre fra nervo, e muscolo, alla qual virtù di eterogeneità finalmente riferisce egli tutta la forza dello sbilancio de' metalli; onde se dette contrazioni non nascono dai metalli, nascerebbono però da una simil forza, a cui egli attribuisce tutto l'effetto delle contrazioni. Ma io a chi così obbjetasse volentieri dimanderei, se per avventura questa eterogeneità tra nervo, e muscolo basti da se per eccitare le contrazioni, o pure richiegga inoltre, che il fluido elettrico faccia circolo nell' animale. Se si affermi il primo, dimanderei la ragione perchè nel caso di un nervo di un animale preparato messo a un leggier contatto con un pezzetto di muscolo isolato, non si producano le contrazioni? perchè similmente se questo nervo si faccia blandemente cadere non sui muscoli della coscia dello stesso animale, come dicemmo, ma su quelli della coscia di un altro staccato dal primo, neppur s' abbiano in questo caso? Che se poi si dica, che l'eterogeneità richiede inoltre il circolo indicato, chi non vede allora, che con diversi vocaboli diciamo ognun di noi lo stesso? Poichè una eterogeneità, che per operare richieda circolo, dee ridursi finalmente ad una particolare, e determinata struttura di parti, che naturalmente tenga in un dato sbilancio il fluido elettrico, come da me è stato fin da principio congetturato. Poichè dunque par tolto ogni dubbio sulla forza della eterogeneità, che hanno nervi, e muscoli dell' animale, che dà le contrazioni; passiamo ora a parlare più da vici-

vicino della eterogeneità delle armature, su cui tanto confida il Sig. Volta nella spiegazione de' fenomeni. Prima di tutto che diremo noi se pure ottengonsi le contrazioni anche senza questa eterogeneità? Poichè quale eterogeneità si può egli giustamente ravvisare fra due pezzetti di uno stesso muscolo, che servono da armature, e da arco, ed eterogeneità tale, che possa indurre l'elettricità positiva in una parte dell'animale, negativa nell'altra, onde ne insorgano poi quelle contrazioni, che dimostrano gli esperimenti da principio proposti?

Io ben m'avviso cosa potrebbesi forse rispondere a questi fatti, e ciò sarebbe il dire, che quantunque conceder si possa che l'arco, e le armature sieno omogenee, e non dotate della necessaria eterogeneità, pure mettendo a contatto in tutti questi sperimenti il nervo dell' animale preparato con sostanza muscolare, si pongono sempre a contatto due corpi totalmente eterogenei, e che perciò questi esperimenti non escludono la forza della eterogeneità. Una tale risposta veramente non ha molta forza dopo gli esperimenti sopra indicati, e le riflessioni poc' anzi fatte su de' medesimi: pure a distruggere anche totalmente quest' ombra di dubbio, feci l' esperimento seguente. Preparai l' animale nella solita maniera; tagliai indi l' un nervo isciatico, e l' altro presso la sua escita dal canal vertebrale; poi divisi, e separai una gamba dell' altra, in modo che ciascuna d' esse rimanesse col solo suo corrispondente nervo; piegai in appresso il nervo dell' una a modo di picciol arco, indi alzato col solito cilindretto di vetro il nervo dell' altra, lo lasciai cadere sopra quest' arco nervoso, coll' avvertenza, che il nervo nella sua caduta toccasse in due punti l' altro piegato in arco, e che la boccucia di quello formasse uno dei due punti. Vidi moversi la gamba, il di cui nervo, io faceva cadere sopra il nervo dell' altra, talvolta ancora vidi moversi ambidue, e l' esperimento succede essendo esse isolate totalmente, e non avendo fra loro commercio alcuno salvo, che pel toccamento de' nervi. Or quale eterogeneità potrà quì richiamarsi in ajuto delle insorte contrazioni, allorchè i soli nervi vengono fra di loro a contatto? Si ricorrerà forse allo stimolo, che soffrono i nervi nella caduta dell' uno, sopra dell' altro? Ma e perchè percuotendo uno de medesimi nervi sopra di un arco assai più duro ed aspro fatto di materia coibente, come formato di zolfo, o di vetro non si ottengono le contrazioni? Eppure in questo caso dovrebbe lo stimolo nato

dalla

dalla percossa essere assai maggiore. Sembrami pertanto, che si possa stabilire che avvi un' altra serie di contrazioni, che si ottengono senza stimolo, senza metallo, e senza il minimo sospetto di eterogeneità; prodotte dunque da un circolo di una elettricità intrinseca all' animale, e naturalmente in esso sbilanciata.

Potrebbe quindi solo restar dubbio che oltre queste contrazioni dipendenti da questa naturale elettricità, altre ve ne avessero ancora prodotte dall' elettricità estrinseca e comune, o esistente nelli stessi metalli, che si adoprano per arco, e per armature, e questa in essi naturalmente differente per la loro diversità, o sparsa nell' animale come in qualunque corpo deferente, e sbilanciata dalla forza di eterogeneità dei metalli; di modo che quantunque le contrazioni fin qui proposte ripeter si dovessero dalla elettricità animale, quelle però, che si ottengono con questi artifizj fossero da ascriversi alla elettricità comune, la quale nel restituirsi per mezzo dell' arco all' equilibrio, passando pel nervo lo irritasse, ed eccitando la forza nervea ne inducesse le contrazioni: non venendo certamente di legittima conseguenza, che se alcune contrazioni sono prodotte da una data cagione, altre non possano esser prodotte da altra, massimamente se quest' abbia una grande somiglianza, e molto rapporto colla prima, come hanno certamente fra di loro l' elettricità comune, e l' animale. Una tale supposizione avrebbe accordata molto bene l' opinione del Sig. Volta colla mia, e l' una non avrebbe distrutta l' altra: quindi è che io mi posi con tutto lo studio, e la diligenza ad esaminare con nuovi esperimenti, e nuove riflessioni la cosa desiderando, che ella avesse quella verità, quale di primo aspetto dimostra. Ma ho trovato tali difficoltà nella indicata supposizione, oltre a quelle esposte nel libro anonimo, che io non ho saputo superarle, ne adottare perciò quella verosimiglianza che in essa appariva. Permettetemi adunque che tali difficoltà ad una ad una venga esponendo colla maggior brevità, e chiarezza possibile. E qui mi si presenta tosto difficile a concepire come lo sbilancio della elettricità indotto dalla diversità de' metalli, e da alcune loro menome differenze possa essere sì grande, e forte da indurre muscolari contrazioni ad onta di grandissimi ostacoli. Or per comprendere la gagliardia di tal forza basta riflettere allo sperimento da me proposto nel mio commentario, in cui si ottengono le contrazioni mediante una catena formata di più, e più persone, che si tengono a vicenda per le mani, e

mol-

molto più a quello fatto dal Sig. Valli, e da me tante volte replicato, e ritrovato costantemente vero, e che passo brevemente a riferire. Si armi giusta la solita maniera nervo, e muscolo, o anche il solo nervo nella rana preparata con due armature eterogenee, come per esempio d' una foglia di stagno, e di una foglia d' ottonella, o pure d' una lamina d' argento, e di un' altra di zinco; tocchi una persona con un corpo deferente, come con un pezzo d' argento, o di ferro ben lustro una di queste armature, un' altra persona con simil corpo deferente tocchi l' altra; sieno queste persone disgiunte l' una dall' altra, e solo comunichino fra di loro col sottoposto terreno: se la forza della rana sarà vegeta si avranno le contrazioni; si isoli una delle due persone, non si otterranno più in nissuna maniera: certo argomento, che l' arco in questo caso si fa pel terreno, e che in conseguenza la forza dello sbilancio, per cui scorre l' elettricità dall' una parte dell' animale all' altra, è tale da passare pel terreno, e per ambedue le persone. Or come potrà mai giustamente supporsi, che la differenza di sostanza, che passa fra una laminetta e l' altra, possa indurre una sì fatta, e possente forza di sbilancio di elettricità sia nell' animale, sia fra le stesse laminette metalliche, onde valga la detta elettricità a compiere con una sorprendente velocità, siccome ha notato il Signor Dott. Gio: Aldini, un sì difficile, ed intralciato cammino? Eppure questo è ciò, che nell' ipotesi del Sig. Volta convien supporre. Ma che dovrà poi dirsi, se li stessi fenomeni si ottengono, servendosi di armature, e di archi ai sensi totalmente omogenei, e in tutte le estrinseche loro qualità di polimento affatto simili? Questo però è a me succeduto più volte, servendomi per armature di due lamine di ferro egualmente polite, e lucide, e tratte dallo stesso pezzo, e indi usando io, e il compagno dello sperimento per arco due pezzi di uno stesso ferro. Come potrà giustamente credersi che la piccolissima, ed insensibile eterogeneità, o dissimiglianza fra alcune minime parti del detto metallo il più purgato che sia, indur possa un si forte sbilancio di elettricità sia nell' animale, sia fra le armature, per cui possa essa in un istante compiere il suddetto cammino? Ma questa è pur la supposizione, che dovrebbe farsi allorchè si volessero anche in questo caso nate le contrazioni dalla forza della eterogeneità. Egli è per altro da avvertire per l' esito felice dell' esperimento, esser necessario, che chi tiene i due pezzi di arco metallico non abbia la pelle della mano totalmen-

men-

mente arida, e che non sia interamente arido il terreno: quindi è che a sicurezza del buon esito tornerà bene umettar la palma della mano, e così pure le suola delle scarpe, e il terreno, che è di mezzo fra i piedi de' due sperimentatori. Or questi sperimenti con sì fatte cautele eseguiti difficilissimi a spiegarsi per la sola forza della eterogeneità, o per altra ipotesi, trovano non difficile spiegazione nella supposizione di una struttura nel muscolo simile a quella della Boccia di Leida, o di altra macchina somigliante, per forza delle quali sappiamo, che una elettricità anche minima è capace istantaneamente di compiere un sì lungo giro, e in mezzo a tanti impedimenti. E in fatti senza aver ricorso a tale ipotesi niuno comprender potrebbe, come in un tempo inassignabile potesse l' elettricità, che induce le contrazioni muscolari, percorrere uno spazio di secento, e più piedi, come dimostrano apertamente gli esperimenti del Sig. Aldini. Siccome adunque nella detta macchina, benchè l' azione dell' elettricità sia minima senza le armature metalliche, ed acquisti poi essa una forza sorprendente per mezzo di queste, niuno attribuisce alle medesime lo sbilancio della elettricità, ma bensì alla stessa macchina, per mezzo della quale viene artificiosamente cumulata in una delle sue superficie l' elettricità nel tempo stesso, che ne rimane spogliata l' altra, così sembra doversi dire lo stesso relativamente all' eterogeneità de' metalli nella macchina animale, in cui se a differenza della boccia di Leida l' eterogeneità vale ad accrescere così notabilmente la forza della elettricità animale, questa differenza, come altrove si è detto, vale più a stabilire un nuovo carattere di questa stessa animale elettricità, che ad escluderne l' esistenza; tanto più che, come avrò l' onore di dimostrarvi tra poco, non sembra difficile ad assegnare una verisimile ragione dell' azione che ha nel fenomeno questa stessa eterogeneità. Ma ritornando però un poco su le difficoltà, che ho trovate contro la forza che si attribuisce alle differenze, e alla eterogeneità de' metalli, una nuova, e forte obbjezione mi ha somministrato la costante esperienza che fa vedere, che non si può assolutamente, ne generalmente ammettere la necessità di queste differenze per ottenere le contrazioni, ma solo nel caso, che le forze animali non siano nel loro maggior vigore; mentre ove queste sieno robuste insorgono le contrazioni con tanta frequenza, e direi quasi con tanta costanza alle prime applicazioni dell' arco, che io credo potersi generalmente stabilire questa leg-

ge; che a forze animali vigorose anche i soli metalli perfettamente omogenei bastano per determinare le contrazioni; e che solamente a forze languide sono necessarj i metalli eterogenei, e dissimili. Infatti tal legge viene apertamente comprovata da quanto stà esposto nel libro anonimo: la conferma pure il Sig. Aldini allorchè ottiene le contrazioni col solo purissimo mercurio facendolo servire da arco, e da armature; e quantunque l' ingegnoso Volta ricorra alla ossidazione, che si fa di esso mercurio nella superficie mediante l' azione dell' ossigeno, che è nell' aria, e non altrimenti nelle parti interiori, pure è facile il riconoscere non aver parte una tal supposta ossidazione nel fenomeno, ove si rifletta, che l' esito dell' esperimento riesce fuor di dubbio costantemente lo stesso, se si applichi con tutta la destrezza, ed accuratezza possibile coscia, e nervo alla sola precisa superficie: Inoltre è noto al Sig. Volta, che per ottenersi tal ossidazione, e decomposizione v' abbisogna di non poco intervallo di tempo, quale certo non è quello, che s' impiega nell' esperimento: e infatti in tale brevissimo tempo non si vede la minima mutazione di lucidezza, e di purezza nel medesimo mercurio.

In fine questa legge stessa viene comprovata dalla costanza, con cui succede il fenomeno, usando eziandìo, oltre i metalli, altri corpi deferenti affatto omogenei. Ma per assicurarmi poi, per quanto è possibile, della omogeneità e somiglianza nelle menome estrinseche differenze de' metalli la più esatta, ed accurata, che aver si possa, mi sono servito di lamine metalliche piuttostochè di foglie, o listarelle, perchè in tal guisa potevano le dimensioni, le superficie, il levigamento rendersi più comodamente, e più sicuramente eguali, e in conseguenza il paragone più esatto. Inoltre queste laminette potevano più facilmente maneggiarsi, e trasferirsi da un luogo all' altro, senza che punto si alterasse la detta eguaglianza, e senza che altre mutazioni si inducessero, dalle quali potesse derivarne cangiamento, ed alterazione nell' esperimento, ed impedirne l' esattezza. Riguardo poi alla omogeneità della sostanza degli stessi metalli, primieramente ho tratte le armature sempre dallo stesso pezzo di metallo, e di più ho dato opera, che questo stesso fosse innanzi spogliato di ogni menoma parte di metallo straniero; ciò, che più comodamente si ottiene nel ferro ben lavorato, e nell' argento detto a coppella. Ma prima di esporre lo sperimento fatto con tali armature, mi piace di avvertire, come la lunga sperienza ha dimostrato, che

per

per la maggior sicurezza, e costanza dell'esperimento non si vuole già collocare sopra delle armature il solo canal vertebrale della rana, o pure gl' interi nervi isciatici uniti alla loro spinal midolla contenuta entro il canale, ma convien prima recidere i detti nervi alla loro escita in circa dal detto canale, e così separati dalla spinal midolla porli sopra le dette armature; avvertendo, che la boccuccia per così dire del nervo reciso poggi costantemente su dell' armatúra. Con una tale precauzione si ottengono quelle contrazioni, che senza d' essa indarno si aspetterebbero: lo che potendosi assai opportunamente spiegare per la più facile escita dell' elettricità dal nervo reciso, che non dall' intero, sembra che ne risulti un nuovo argomento del natural corso della medesima pel nervo, e dell' isolamento, che a lei ne somministrano le pareti di esso. Adoperando adunque tali lamine le più levigate e risplendenti, che aver si possono, e sovra d' esse i recisi nervi collocando nella maniera già detta, ove le forze delle rane erano vigorose, ho io veduto insorgere presso che costantemente le contrazioni alle prime applicazioni di archi tratti dal metallo medesimo delle armature. Appresso m' è piaciuto di variare lo sperimento servendomi per armatura di lamine cavate da altri metalli omogenei per quanto comportava la loro natura, come per esempio di stagno, di zinco, di rame; e sempre ho veduto, che a forze animali vigorose le contrazioni sono state pronte, sebbene con arco omogeneo affatto colle armature, purchè ben levigato e risplendente. Ne contento di servirmi dei metalli perfetti, ho voluto chiamare ancora alla prova i semimetalli, come sono le piriti di ferro, di rame, l' antimonio puro, la piombagine &c. e ancora in questo caso le contrazioni sono comparse costanti, o fosse l' arco di vero metallo, o della stessa specie delle armature. Egli è però vero, che essendo l' arco eterogeneo relativamente alle armature, sono d' ordinario e più costanti, e più forti le contrazioni; ma questo non toglie, che non nascano ancora, siccome ho dimostrato, essendo ed armature, ed arco omogenei; e talvolta ancora le ho vedute nascere più forti con questa seconda combinazione, che colla prima. Tuttavolta non è da negarsi, che eccettuato il caso, in cui le armature sono ambe d' argento, nelle altre combinazioni migliori archi son quelli d' ordinario formati di filo di rame inargentato, purchè sia egli ben lucido e levigato.

Ma passando dalle sostanze metalliche ad altre di diversa natura,

tura, ho io osservato, che prendendo due pezzi di carbone di legno, purchè non sieno molto porosi, ne abbiano in se alcuna parte oleosa non ben anche consumata dal fuoco, e facendoli servire da armature si hanno, a forze dell' animale vegete, le contrazioni applicando loro arco metallico sia di rame argentato, sia di puro stagno. Or siccome tai pezzi sono ambi della stessa sostanza e natura, cioè ambi di carbone, così formano due armature quanto mai simili ed omogenee; e quand' anche qualche accidentale differenza vi avesse fra l' un carbone, e l' altro, abbiamo di già dimostrato cogli esperimenti, e colla ragione, che tali minime differenze non possono produrre uno sbilancio tale, sia nell' elettricità dell' animale, sia nell' elettricità delle armature, che bastevol sia a produrre le contrazioni. Ne il carbon solo è quello, che esclude la pretesa forza dell' eterogeneità delle armature; la esclude ancora qualunque sostanza umida, mentre a forze vigorose dell' animale preparato, servendosi, a cagion d' esempio, per armature di due pezzi di una stessa carta bagnata o di muscolo recente, o di pelle fresca, o almeno prima bene inumidita, come anche di due pezzi di recente, e succoso frutto, di fresca, e succosa radice, di albume d' ovo; e l' uno collocato sotto i nervi, l' altro sotto i muscoli coll' applicazione ai medesimi di un arco metallico ben pulito e lucente bastano essi per far insorgere i consueti moti muscolari. Chi potrà mai in tali sostanze ravvisare a buona ragione eterogeneità? Vi ha questa, è vero, fra loro, e l' arco, ma tale eterogeneità essendo la stessa tanto relativamente all' una armatura, quanto relativamente all' altra, il contatto, e la differenza sarà la stessa, si dall' una parte, che dall' altra; tutto sarà eguale, e da questa eguaglianza non potrà certo fondatamente sperarsi il richiesto sbilancio. Questo genere d' esperimenti toglierà pure ogni forza all' opinione di alcuni, che suppongono svilupparsi nell' atto del contatto de' metalli fra di loro, e massime, se sono eterogenei una qualche elettricità, la quale poi trasferita all' animale divenga per mezzo della sua forza stimolante cagione delle svegliate contrazioni.

In questi esperimenti certamente non havvi alcun contatto, come è ben chiaro fra metallo, e metallo. Ma di contrazioni nate senza di questo contatto ve ne hanno ancora altri esempj sparsi singolarmente nel libro anonimo per non rammemorare qui di nuovo quelli, che vi ho riferiti dapprima.

Tor-

Tornando pertanto in carriera, Voi ben conoscerete cortesissimo Amico, quanto mai si estenda nel fenomeno, di cui trattiamo, la legge propostavi, e quanto nel produrlo possa la forza sola dell' omogeneità; e quindi non potrete non accorgervi quanto male si attribuisca il medesimo al supposto sviluppo, e sbilancio della comune elettricità indotto dalla eterogeneità dei metalli &c.

Ma di questo stesso vi persuaderete anche vieppiù, se avrete la bontà di venir meco considerando alcune ulteriori ragioni, e alcuni nuovi fatti, che sono per addurvi. Per iscoprir dunque la cosa colla maggior sicurezza possibile io mi feci meco stesso a ragionare in questo modo: trattandosi di armature metalliche in tutto simili, ed al senso omogenee, volendo pure anche in questo caso riferire il fenomeno a qualche insensibile ed incognita eterogeneità, è d' uopo supporre una tale eterogeneità, o sparsa per tutta la lamina, o esistente nel luogo, in cui cade con essa a contatto l' arco, o ristretta nel luogo finalmente su cui poggia l' animale.

Sottoposi pertanto all' esperimento tutti questi casi servendomi di lamine a bella posta rese eterogenee nelle tre indicate maniere. E in quanto alla prima, essendo cioè l' eterogeneità sparsa per tutta l' armatura feci una mistura di zinco, e di stagno, e di questa formai due lamine, che usai per armatura; per mezzo di queste ottenni, adoperato l' arco vivaci contrazioni. Ma siccome in questo caso l' eterogeneità cade tanto nel luogo del contatto dell' arco, quanto in quello su cui poggia l' animale; così è facile il comprendere, che non si poteva inferire cosa alcuna con sicurezza della forza di quella porzione di eterogeneità, che rimanesse fuori dei due indicati punti di contatto dell' arco, e dell' animale. Quindi volendo pur chiarirsi della cosa, era necessario il formar due lamine in tutto omogenee, indi rendere eterogenea a bella posta una data porzione, o di una, o di ambedue le suddette lamine, e sovra d' esse applicare quando l' animale, quando l' arco; onde conosciuta in simil maniera l' attività di detta eterogeneità parziale, e paragonata con quella dell' eterogeneità totale di tutta la lamina, dedurre poi con sicurezza, l' efficacia di essa. A tale effetto pertanto fatto un pertugio in una delle dette lamine, feci introdurre nel vano rimasto, ed inserire a forza di colpi di martello una porzione di altro metallo, la quale fosse in tutto simile, ed eguale alla porzione

zione di già levata; cercai che l' adattamento fosse così esatto, che la porzione aggiunta sembrasse la naturale levata, eccettuato il differente colore del metallo: ciò fatto applicai su la lamina non tocca la gamba dell' animale preparato, sovra l' altra resa artificiosamente eterogenea il suo nervo corrispondente reciso dalla spinal midolla variando l' esperimento nelle tre seguenti maniere. Primieramente collocai il nervo su la parte omogenea della lamina pertugiata, indi posi a contatto l' arco con una sua estremità colla lamina del muscolo, coll' altra toccai ora la parte omogenea, ora l' eterogenea inserita dell' altra lamina del nervo. Se le forze animali erano vegete riescivano le contrazioni pronte, e vivaci in ambi i casi: se dette forze erano languide egualmente mancavano in entrambi. Da questa prima maniera pertanto di sperimentare, rilevasi che quand' anche l' armatura fosse in qualche parte eterogenea, se però una tale eterogeneità dell' armatura cade solamente nel luogo del contatto dell' arco, ella poco, o nulla vale ad eccitare le contrazioni; ne l' esito dello sperimento fu diverso, quand' io m' argomentai di variare l' eterogeneità delle lamine fondendo sovra d' esse metallo di altra natura in vece d' inserirvelo; e così pure quando vi colai sopra una goccia di mercurio, sostanza tanto adatta ad eccitare le contrazioni.

La seconda maniera, con cui tentai l' esperimento, fu di collocare il nervo su l' indicata parte eterogenea dell' armatura, indi di applicare un estremità dell' arco alla parte medesima, l' altra di portarla sull' armatura omogenea dei muscoli; si ebbero allora le contrazioni non solo essendo le forze animali vigorose, ma eziandio allorquando erano languide, e riesciva l' esperimento costantemente, purchè non fossero le suddette forze ridotte ad uno stato di soverchia languidezza. Lo stesso pure avveniva, sebbene con minor energìa, se alla parte eterogenea dell' armatura in vece del nervo fosse applicato il muscolo. Dopo questi due fatti era facile il rilevare qual doveva essere il risultato della terza combinazione dell' eterogeneità, quando ella era sparsa per tutta la lamina, dovevano cioè aversi le contrazioni costantemente, tanto a forze vigorose, quanto a forze languide in qualunque luogo si toccasse la lamina coll' arco, mentre atteso la supposta intima miscela dei metalli eterogenei non poteva la lamina non essere eterogenea nel luogo, su cui poggiava il nervo, o il muscolo: infatti formando mediante la fusione varj metalli misti e composti, come zinco e stagno, argento e stagno, piombo

e sta-

e stagno, l' esito fu tale, quale sopra si è detto, e le contrazioni sempre comparvero; e così pure costantemente si osservavano, quand' anche tutte e due le armature erano formate della stessa mistura: e la ragione è la stessa, che si è portata di sopra; perche quantunque in apparenza potessero aversi per omogenee confrontandole insieme, in sostanza però è da credere, che i punti delle due lamine in grazia de' quali nascevano le contrazioni, fossero quelli, che erano fra di loro eterogenei. Sembrarebbono adunque avvisare questi fatti, esser necessario, che l' eterogeneità dell' armatura fosse assolutamente all' immediato contatto coll' animale, lo che ove fosse vero, potrebbe forse il Volta trarne una qualche prova a favore della sua ipotesi; ma la cosa non è così. Poichè quantunque si conceda, che questo contatto colle parti eterogenee delle armature contribuisca non poco all' effetto; tuttavolta da quanto dirò appresso si rileva, che le contrazioni si hanno anche quando l' eterogeneità delle armature non tocca l' animale. Di fatti a chiarirsene bene pongansi prima due armature eterogenee sotto l' animale; indi applicato l' arco si osservino con attenzione i moti, che ne insorgono: portinsi le dette armature lontane dall' animale a qualunque distanza, e s' accostino al vicendevole contatto sul consueto piano coibente: si prenda da una persona un pezzo d' arco metallico per esempio di stagno, da un' altra un simil pezzo dello stesso metallo: applichi ciascuna persona una estremità di detto arco all' animale nei consueti luoghi; di poi porti l' altra estremità a contatto dell' armatura, che gli è più vicina, cosichè formisi un' arco intero, una porzione di cui venga fatta dalle armature, l' altra da due pezzi tenuti in mano dalle dette persone: al contatto di quelli colle armature, o sia al compimento di detto arco si vedranno spicciare pressocchè simili moti nella rana preparata, purchè siano le forze animali vegete, e le armature fra loro ai dovuti contatti. Che se pur l' una, o l' altra mancasse delle dette condizioni, si frapponga alle armature un pò di umidità, che supplirà ad un tal difetto, e vedrannosi i moti all' indicato contatto dei due pezzi de' metalli insorgere vivaci e costanti, come se le armature fossero sopra l' animale stesso.

Or quale sbilancio di elettricità nell' animale indur potranno secondo il Volta le dette armature eterogenee, se dal medesimo sono affatto lontane e disgiunte? Quale sbilancio si può fingere in esso atto a svegliare le contrazioni dell' animale, quando

pur dove questo per la loro eterogeneità prima vi fosse stato, dovrebbe essere affatto tolto dopo molto tempo di scambievol contatto, e dopo che l' umidità interposta non può non avere aperto fra l' una, e l'altra un libero e facile commercio di elettricità? Vorrà forse ascriversi l' effetto ai pezzi d'arco, che si pongono a contatto coll' animale? Ma questi sono di già, come abbiam detto, omogenei. Non sembra adunque l' azione dei metalli eterogenei esser quella che induca lo sbilancio, di cui si tratta, e che è pure assolutamente necessario per ottenere il giro di essa elettricità, e in conseguenza le contrazioni; ma sembra verisimilmente, che abbiano altra azione, di cui vi parlerò in appresso in altra memoria. Questa mia opinione poi del niuno influsso de' metalli eterogenei sullo sbilancio dell' elettricità par vieppiù confermato dalla facilità, e semplicità del mezzo, col quale può rendersi la stessa omogeneità metallica attiva al pari dell' eterogeneità per indurre le contrazioni. Questo mezzo è la levigatezza e lucidezza della superficie de' metalli, che s' usano: però le contrazioni compariscono assai bene adoperando per arco, e per armature il solo stagno, il solo piombo, il solo ottone, il solo rame, il solo zinco, il solo ferro, quando sieno ben questi puliti e levigati: tra questi per altro si distinguono singolarmente il ferro, lo stagno, il zinco. Si hanno parimenti simili contrazioni applicando all' animale il solo arco omogeneo senza armatura, purche sia egli ridotto ad egual pulimento e lucidezza in tutta la superficie come è riferito nel libro anonimo. I metalli poi, che meglio riescono all' esperimento del solo arco sono il ferro, lo stagno, l' argento. Che se col tempo tali metalli si rendano ineficaci, ed inoperosi ad eccitare tali contrazioni, basta ripulirli di nuovo, che tosto acquistano la primiera loro forza, ed energìa. Forse per ispiegare il fenomeno dipendentemente dalla forza de' metalli, e non dalla elettricità propria dell' animale vorrà anche quì supporre taluno qualche differenza di pulimento nella stessa superficie de' metalli? Ma a chi piacesse di simil maniera opinare si può rispondere in primo luogo, che si è cercato colla diligenza possibile, che la pulitezza della superficie de' metalli usati fosse la medesima in ogni punto: in secondo luogo, che posta una tale cura, quand' anche vi avesse una qualche differenza, non potrebbe ella essere, che minima, ed insensibile, e tale perciò, da cui non potrebbesi a buona ragione ripetere l' aversi, o il non aversi le contrazioni: senza di che

le

le ragioni di sopra esposte trattandosi della eterogeneità di sostanza dello stesso metallo, valgono quì pure a dimostrare assai più sicuramente la inefficacia delle menome differenze, che potessero aver luogo nel pulimento delle superficie; dovendo essere in qualunque ipotesi assai minore la forza di queste differenze nel produr le contrazioni, che quella della eterogeneità, la quale si è pur dimostrata inefficace.

Ma io ben m' avveggo, che quantunque queste ragioni abbiano non piccola forza contro l' azione di una elettricità commune, tuttavolta non bastano esse a distruggere direttamente, e pienamente certi altri argomenti portati dal Sig. Volta, che favoriscono la suddetta elettricità, e che atterrar sembrano totalmente la propria, ed animale di cui trattiamo; uno de' principali egli è certo quello delle contrazioni, che si ottengono coll' applicazione dell' arco, e delle armature eterogenee allo stesso nervo. Quì chiede egli con tutta forza, come può negarsi, che queste non vengano da uno stimolo fatto dalla elettricità sbilanciata per ragione delle due armature eterogenee, la quale per restituirsi ad equilibrio non può non passare per la porzione di nervo interposta alle due armature? Si ha egli forse a supporre nello stesso nervo in tutto simile a se stesso, una elettricità di un dato stato nel punto A, di un' altro diverso nel punto B? Si hanno a supporre queste due elettricità sì vicine esistenti in una parte tutta deferente per cagione dell' umidità, senza che l' una communichi coll' altra, e con essa si equilibri? Non è questa una supposizione totalmente irragionevole? E chi potrà difatti a buona ragione per ispiegare questo fenomeno cercare una dissimiglianza in un corpo totalmente simile, qual si è il nervo, e trascurare una certa, e parente in due corpi totalmente dissimili, quali sono le due armature eterogenee? Non posso io certamente negare, che questo esperimento, e queste ragioni non facciano una gran forza per escludere le due elettricità contrarie, o sia lo sbilancio esistente naturalmente nel muscolo. Fecero difatti anche nella mente mia una grande impressione, allorchè vidi io il primo un tale fenomeno. Ma riflettei in seguito, che l' una armatura poteva trar fuori per mezzo dell' estremità dell' arco a lei applicata l' elettricità del nervo, l' altra poteva per mezzo dell' altra estremità riceverla, e l' umidità trasferirla al muscolo ove io supponeva risiedere il naturale sbilancio. In tal modo potendo pel corso violento nato nel restituirsi all' equilibrio eccitarsi la contrazione,

ne, mi sembrò la suddetta difficoltà se non tolta affatto, almeno resa tale, che a fronte di tanti altri argomenti, ed esperimenti favorevoli alla mia opinione, non valesse a distruggere sì fatta ipotesi. Tale esperimento, e tale congettura pubblicai nel mio commentario; e non posso non saper grado al Sig. Volta, che lo abbia ritentato, e variato, stimandolo pure qualche cosa, quando se ne servì a conferma della sua opinione.

Tornando alla spiegazione, che poco innanzi ho fatta del fenomeno, confesso ingenuamente, che mi rimaneva nell'animo qualche dubbio, e tale, che io era quasi sull'abbandonare la mia opinione, ed abbracciar quella del Volta, se non avessi avuto in vista, che lo stesso fenomeno succede adoperando ancora armature in tutto simili ed omogenee, e servendosi parimenti di un solo, e semplice arco in tutte le sue parti simile, ed omogeneo, come ho riferito altre volte; e se inoltre non mi fosse venuto alla mente un nuovo esperimento, e da questo non fossi stato condotto ad altri, che mi sembrarono torre affatto la forza agli argomenti del Volta, e che ora io sottopongo di buon grado al giudizio, e discernimento vostro.

Il primo esperimento fu il seguente. Presi un nervo isciatico staccato da una rana, adattai questo ad un'altra preparata nella consueta maniera in tal guisa, che con una estremità toccasse il nervo isciatico; coll'altra i muscoli della coscia corrispondente; a questo pezzo di nervo staccato adattai le armature eterogenee, ed a queste l'arco; quand'ecco ebbi le contrazioni poco dissimili da quelle, che avrei ottenuto se avessi applicato le armature, e l'arco allo stesso nervo intero, e naturale appartenente alla coscia. Ove è quì la forza stimolante dell'elettricità sul nervo? In questo caso la parte di nervo, per cui passar deve, e circolare l'elettricità è l'interposta fra le due armature, e per conseguente quella del nervo staccato, onde il nervo proprio della rana preparata rimane affatto fuori del giro di elettricità, nè può essere dalla torrente della medesima punto, ed irritato.

Potrebbe però quì forse non senza sembianza di vero opporsi da qualcuno, che quantunque per questa ragione il nervo proprio della rana non possa essere irritato immediatamente dalla torrente dell'elettricità, che si vuol somministrata dalle due armature, lo potrebbe però essere da quelle particelle esteriori della detta torrente, che uscendo dalla medesima fuggono quà e là,

e là, e formano una specie di atmosfera; le quali benchè non non fossero atte ad irritare il nervo con quella forza, con cui lo può la torrente, tuttavolta bastar potrebbero a stimolarlo in modo, che ne nascessero le accennate contrazioni; le quali poi finalmente non sono mai del valore, e della energìa di quelle, che si eccitano dall'arco, e dalle armature applicate immediatamente ad esso nervo. Ma questa obbjezione vien tolta dal seguente esperimento. Si applichi perpendicolarmente a questo nervo una piccola porzione del nervo staccato, si adattino a questa le armature, e l'arco, niuna contrazione si sveglia; eppure nel portarsi la torrente elettrica in giro per la detta porzione del nervo staccato passa sicuramente presso il nervo della rana preparata, e quindi le supposte particelle esteriori della medesima, dovrebbono da essa staccarsi, e lanciarsi contro il nervo, ed irritarlo.

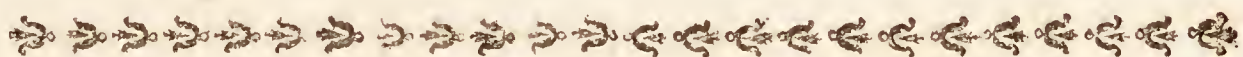
Lo stesso succede, se si renda a bello studio molto più ampia, e più forte la detta torrente, come per esempio se alla piccola porzione di nervo applicata nella proposta maniera all'altro, se ne applichi traversalmente un'altra assai maggiore, oppure altro corpo umido deferente di tale estensione, per cui vi si possano adattare due grandi armature eterogenee, ed a queste un arco proporzionato. Come mai in questo caso un numero tanto maggiore di particelle elettriche, che necessariamente nella data ipotesi dovrebbero staccarsi dalla torrente, e portarsi ad irritare il nervo, non vale ad eccitare la minima contrazione? Che se le contrazioni, che si hanno nel primo esperimento volessero attribuirsi ad un moto, che inducesse lo stimolo della torrente elettrica in una materia sottile elastica qualunque esistente nel nervo tagliato il qual moto si propagasse poi per detta materia dal luogo dello stimolo all'altro nervo; io chiederei in primo luogo, come possa esistere tuttavìa una tal materia in un pezzo di nervo tagliato, e staccato dall'animale? In secondo luogo, quand'anche si volesse che detta materia esistesse pure in un simil pezzo di nervo, perchè dunque lo propaga essa questo moto nel primo esperimento, quando il nervo staccato forma arco, e non altrimenti nel secondo, quando questo nervo staccato, benchè non formi arco, è però ad un perfetto, e indubitato contatto col nervo della rana? Si ascriverebbe ciò forse al doppio contatto nel primo esperimento, ed al semplice, ed uno nel secondo? Ma se è così, si applichino al detto nervo

della

della rana perpendicolarmente, come si è proposto in vece d'un pezzo solo di nervo, due o tre, o quattro; se questi saranno ben uniti in modo, che formino come un pezzo solo, niuna contrazione si ecciterà, quantunque i punti di contatto, e per conseguenza le strade al moto della materia, che si vuole inchiusa, sieno di tanto moltiplicate: neppur dunque dal moto di questa materia immaginata può venir l'irritamento, e la contrazione, che si eccita ne' muscoli, allorchè il nervo estraneo forma arco col nervo intero, e proprio dell' animale, su cui si fà lo sperimento.

Ma a togliere ogni benchè minimo sospetto di questo irritamento, e di questa metallica eletricità; in vece delle due armature metalliche, e dell' arco metallico si adoprino due armature, ed un arco di sostanza puramente animale. A ciò fare si applichino al nervo proprio della rana preparata due pezzetti di muscolo lunghi in guisa, che sporgano non poco fuori di esso nervo; indi si collochi a traverso de' medesimi un terzo pezzetto, cosicchè si compia l'arco; si alzi indi con un cilindretto di vetro una delle estremità di questo, poi sia lasciata cadere sul pezzetto di muscolo, da cui s'era distolta: al momento del loro scambievole contatto, si vedranno immediatamente insorgere non apparenti, ma vere, e reali contrazioni non di alcune fibre muscolari, ma di tutti i muscoli, benchè più languide di quelle svegliate per mezzo delle armature metalliche, e dell' arco parimenti metallico. Ecco pertanto rimosso quì pure ogni sospetto di elettricità metallica, e di irritamento da essa indotto nel nervo. Tutto è dunque effetto in questi esperimenti di forza dell' arco applicato al nervo. Ma veggo cosa potrebbesi quì obbjettare, e chiedere da taluno col Sig. Volta, e con altri; se dunque codeste contrazioni non voglionsi eccitate dalla forza stimolante di una estrinseca elettricità applicata al nervo per mezzo dei metalli, ma bensì nate dalla forza dell' arco che ponga in giro una elettricità intrinseca esistente singolarmente nel muscolo, come mai potrà ciò avvenire applicando armature, ed arco non al nervo, ed al muscolo, ma al solo, e semplice nervo, siccome nel caso nostro si suppone? Questo è ciò, che passo a dimostrarvi, ed a porvi sott' occhio con alcune tavole, ed ulteriori esperimenti nella seguente memoria. Ma permettetemi, che prima io addimandi a chi di questa maniera opponesse, come mai in due armature in tutto simili, ed omogenee fra di loro, e in

un

un arco parimenti in tutto simile, ed omogeneo alle medesime applicato allo stesso stessissimo tronco di nervo, in cui fra una parte, e l'altra non v'ha la menoma differenza; come mai dissi in tanta eguaglianza d'artifizj, e in tanta uniformità di natura, e di sostanza della parte animale, su cui essi si adoprano, può supporsi sbilancio, o preesistente nella medesima parte, o indotto dai medesimi artifizj, e sbilancio tale, che ponga in giro, ed in si veloce corso l'elettricità comune, come d'uopo è, che avvenga stante la somma prontezza, ed istantaneità con cui si svegliano le accennate contrazioni? Ma io veggo bene, che questo non sarebbe togliere la difficoltà, ne rispondere alla richiesta fatta, ma bensì alla medesima opporre una difficoltà di altra natura. Mi riserbo pertanto a darne la spiegazione, ed a por la cosa nel suo maggior lume, e schiarimento nella memoria, che verrà appresso, come v'ho promesso.

MEMORIA TERZA.

Non bastava a mio credere per la facile, e chiara intelligenza de' fenomeni della elettricità animale l'aver provato generalmente tutti i moti musculari fin quì eccitati dipendere da un particolar circolo della elettricità medesima fatto nel muscolo per mezzo del nervo, e dell'arco, ma sembrava necessario il porre sott'occhio questo stesso circolo, ed il dimostrarlo in ciascun caso particolare. Questo è ciò, che io ho intrapreso di fare nella presente memoria per mezzo di alcune tavole, e di nuove sperienze, che tutte ho l'onore di indirizzare a voi dottissimo Amico, e di sottoporre al vostro fino discernimento.

Ma prima di tutto per porre la cosa nella maggior chiarezza possibile, bisogna ricondurre a mente, quanto nel comentario, e nell'opuscolo anonimo viene proposto, e che i nuovi tentativi in seguito mi hanno apertamente svelato, e dimostrato circa questo stesso circolo.

I. Che l'elettricità, la quale induce le muscolari contrazioni stà di gia raccolta singolarmente, e cumulata nel muscolo, ossia nella fibra muscolare; ma in un differente stato, di

posi-

positiva cioè, e di negativa, ossia in istato di sbilancio, qualunque ne sia poi la cagione. Potrebbe forse esser questa o la particolar struttura, ed intima fabbrica di essa fibra, o la doppia, e differente sostanza, che la compone, gommosa l'una, come ne dimostra l'osservazione, nervea l'altra, come ne addita il senso di cui gode indubitatamente, o pure qualsivoglia altro particolar meccanismo tutt'ora ignoto.

II. Che in grazia di questo sbilancio si fa appunto l'indicato circolo della elettricità in esso muscolo.

III. Che un tal circolo consiste nel partir l'elettricità dal muscolo, e nel ritornare con ogni sforzo per inviolabil legge al medesimo, non altrimenti che avviene nella boccia di leida, o nel quadrato magico.

IV. Che un tal circolo compiesi nella seguente maniera: si parte l'elettricità dal muscolo per la via del nervo; accorre al luogo di esso nervo in cui è richiamata dalla forza della armatura, e dell'arco; esce dal nervo in questo stesso luogo fuori tratta dalle medesime forze; entra nell'arco, e per mezzo di esso ritorna finalmente a tutto potere al muscolo, donde partì.

V. Che a cagione di questa tendenza, e di questo sforzo, che adopera l'elettricità per ritornare al muscolo sceglie sempre la strada più breve per giugnervi; proprietà, che niuno certo può negare essere la stessa che si osserva nella elettricità raccolta nella boccia di Leida, o nel quadrato magico.

VI. Che i nervi, come chiaro si rileva da quanto abbiamo esposto, sono i naturali, e particolari conduttori di detta elettricità, come quelli, che colle loro estremità si insinuano nell' intima fabbrica, e sostanza delle fibra muscolare, ove la detta elettricità sembra esser raccolta, e cumulata.

VII. Per ultimo, che un tale uffizio naturalmente esercitano colla intima loro parte e sostanza midollare, e quindi è che divisa questa, ed interotta per mezzo della legatura, o in altra maniera, generalmente il circolo della elettricità si sospende, quantunque nei nervi legati, o in altro modo viziati restino le membrane, e siavi sempre l'umidità, che condur potrebbero fuori del muscolo l'elettricità.

Premessi, e stabiliti generalmente questi principj vengo ora alla spiegazione, e dimostrazione di detto circolo in ciascun caso particolare. Ed incominciando dal primo in cui per mezzo delle armature, e dell'arco scopersi il detto circolo, osservate

di

di grazia, come in esso si faccia, e vedete la strada che tiene la torrente elettrica nel partirsi, e nel ritornare per mezzo de' nervi, e dell' arco ai muscoli.

E quì cade in acconcio prima d'ogni altra cosa l' avvertire che acciò riescissero più sicuri, e più facili gli esperimenti, mi sono quasi sempre servito per armature in ciascuno di essi di una laminetta, o moneta d'argento, e di un' altra simile di zinco, e per arco di un filo di rame inargentato, essendo questa la combinazione de' metalli la più efficace di ogni altra per eccitare le contrazioni, e renderle più sensibili.

Sia dunque applicata *Tav. I. Fig.* 1. al nervo I l' armatura di zinco, ed alla sua corrispondente gamba G l' armatura di argento; indi venga adattato l' arco ad ambedue le armature; al momento che questo viene a contatto per mezzo delle sue estremità colle dette armature, si svegliano immediatamente le contrazioni, come ben sapete sì nell' una, che nell' altra gamba. E' facile in questo caso il concepire il circolo della elettricità, per cui nascono esse nella gamba G; si parte cioè l' elettricità dai muscoli della suddetta corrispondenti al nervo I, ascende per l' intima sostanza di questo fino all' armatura, esce dalla medesima tratta dalla forza di essa armatura, e dell' arco, scorre per esso, e così ritorna ai muscoli d' onde è partita. Un tale cammino viene indicato dalla serie dei punti *a b c e*; si dimostra la torrente nella fine del suo circolo, o sia nel ritorno ai muscoli divisa in varie diramazioni, sì perchè meglio si distingua il termine suo dal suo principio, sì ancora perchè sembra molto verisimile, che dovendosi la detta torrente restituire a ciascun muscolo da cui è partita, ed essendo questi così varj, debba ella pure giunta alla gamba dividersi in varie parti, o sia in varie diramazioni. Che realmente poi si tenga una tale strada dalla torrente elettrica, basta a dimostrarlo evidentemente l' ottenersi per l' una parte le stesse contrazioni ancorchè sia la gamba G col suo nervo I staccata totalmente, e divisa dall' altra; come nella *Tav. I. Fig.* 2., ed il mancare affatto ove l' arco venga in qualunque luogo interrotto come in c. Il circolo, che in questa preparazione ella descrive è il seguente *a b c e*.

Venendo ora al circolo che fà l' elettricità nella gamba M *Tav. I. Fig.* 1. questo non si offre così immediatamente all' animo; pure per poco, che si consideri la cosa, si vedrà

chiaramente, che partendo l' elettricità dalla gamba M ascende pel nervo H, attraversa la spinal midolla nel luogo in cui si uniscono ambi i nervi isciatici, indi discende pel nervo I fino all' armatura; di lì esce, e passa all' arco, e per esso scorre fino all' armatura de' muscoli nella gamba G; ivi però non si arresta, come nel primo caso, ma scorre più oltre, ascende fino al luogo della unione delle coscie, ed attraversando un tal luogo torna finalmente ai muscoli della gamba M dai quali è partita. Viene egli espresso questo circolo colle lettere n o r s t u, che sono poste a bello studio alla curva formata dalle lineette, per distinguerla più prontamente, e facilmente dall' altra indicata dalla serie dei punti. Si prova egli evidentemente un tal circolo tagliando in qualunque luogo il nervo I al disopra dell' armatura; poichè in questo caso essendo interrotto l' indicato cammino mancano le contrazioni nella gamba M, quantunque l' arco si applichi alla stessa maniera, e negli stessi luoghi di prima. Quindi è ancora che cessano affatto, se tagliati i nervi presso la loro escita del canal vertebrale, come nella *Tav. II. Fig. 6.*, o tagliata per metà la spinal midolla giusta la sua lunghezza rimanga ciascun nervo diviso dall' altro; come pure se per mezzo del taglio fatto nel luogo dell' unione delle coscie, l' una gamba si separi dall' altra, come nella *Tav. V. Fig.* 7. tenendo però applicate le armature, e similmente l' arco alla stessa maniera indicata nella *Tav. I. Fig.* 1. Viene poi egli altresì confermato a meraviglia un tal circolo dal comparire nuovamente le contrazioni, se artificialmente si riuniscano, e si pongano a contatto i separati nervi, e le divise coscie, mentre facendosi in allora continuato quel cammino, che prima era interrotto, debbono appunto le indicate contrazioni, come fanno, di nuovo comparire. Alla stessa maniera si dimostra un tal circolo per l' esterior parte del nervo I, se nel luogo indicato, in cui sia stato tagliato il nervo, ed interrotto il cammino, si ponga un corpo deferente qualunque, che comunichi colle estremità del nervo reciso; mentre rinascono allora all' applicazione dell' arco le contrazioni come prima, essendo tolta l' interruzione del cammino. Finalmente a provare il detto circolo dal nervo H per l' esterior parte del nervo I nulla avvi di più acconcio, che il tagliarlo affatto, e torlo via, ed in sua vece sostituire un corpo deferente qualunque, ed applicarlo con una estremità al canal vertebrale, e all' altra lasciata libera adattare l' armatu-

ra,

ra, che prima era al nervo, poichè vedrannosi in questo caso all' adattamento dell' arco colle armature svegliarsi le contrazioni egualmente che quando vi aveva il nervo.

Descritto, e dimostrato il cammino dell' elettricità in questo primo caso, giova considerare alcune particolari combinazioni, che in esso accadono degne di tutta la considerazione. Ed in primo luogo è da avvertirsi, come ambe le torrenti, quella cioè della gamba M, e quella della gamba G escono dal medesimo punto, e dalla medesima armatura del nervo I, ed entrano pel medesimo punto del muscolo, e per la medesima armatura della gamba G. In secondo luogo, che scorrono ambe per lo stesso arco, e in esso colla medesima direzione, cioè da I verso G. In terzo luogo, che la torrente della gamba G scorre per un cammino più breve, quale è quello indicato colle lettere *a b c e*, e per un più lungo cioè per n o r s t u quella della gamba M.

Posta una tale differenza di cammino resterebbe ora a cercarsi se l' una torrente giunga più presto al punto dell' armatura della gamba, l' altra più tardi; oppure se vi arrivino ambedue nello stesso tempo. Se si creda il primo, scorreranno per l' arco successivamente l' una dopo l' altra, e in conseguenza disgiunte, benchè di ciò avveder non se ne possa l' osservatore per la somma velocità con cui camminano. Se poi si voglia l' altro, si troveranno ambe unite allo stesso tempo nell' arco, e nelle armature senza che l' una perturbi l' altra. Riescirebbe al certo più comoda, e più facile all' intendimento dei fenomeni la prima supposizione, che l' altra; ma io lascierò il giudicar la cosa ai dotti Fisici, ed a voi singolarmente, che siete uno de' più eccellenti.

Ora tornando in carriera prima di passar oltre avvertirò qui solo alla sfuggita, che il circolo delle due torrenti, è a un dipresso lo stesso, quando l' armatura, che era al nervo si applichi o al canal vertebrale, o alla spinal midolla, lo che considerando alcun poco la cosa, può ciascuno facilmente comprendere. Ma venendo a que' casi, ne' quali il detto circolo non si offre sì prontamente alla vista, ed alla considerazione dell' osservatore, e che fanno maggiore difficoltà al Sig. Volta per potermelo accordare; vedete di grazia come anche in questi esso pure si faccia. Sono questi casi, come vi è noto quelli ne' quali l' arco, e le armature si applicano ai soli nervi. Sia dunque in primo luogo armato il solo nervo I. *Tav. I. fig.* 3. colle

due armature eterogenee di sopra usate, e si applichi alle medesime l' arco: se le forze dell' animale preparato saranno vegete si contraeranno non solo tutti i muscoli della gamba G, ma quelli ancora della gamba M, ed ambidue gli arti moverannosi gagliardamente. Dunque fà di mestieri, posta la legge di detto circolo, che in ambe si parta l' elettricità dai muscoli, ed a quelli ritorni. Ora veggia come ciò avvenga, qual strada ella tenga, e come scorra in ciascuna di esse gambe; e per maggior chiarezza consideriamo il detto circolo solo relativamente alla coscia, siccome viene espresso in questa, ed in altre figure. Nella gamba G ella parte dalla coscia, o sia dai muscoli che la compongono, ascende pel nervo I fino alle armature, e verisimilmente fino alla superiore; massimamente se a questa si applichi la prima estremità dell' arco, osia ella formata di un metallo più attraente l' animale elettricità, che quello dell' altra; ivi giunta esce dall' interno del nervo, e uscita ch' ella è scorre per l' arco, poi da questo si porta all' altra armatura, indi discende per la superficie della porzione inferiore del nervo I, e torna per questa, come per la strada più breve, alla stessa coscia, o sia ai suoi muscoli descrivendo il circolo *a b c e* indicato dalla serie dei punti. Che se poi uscisse dall' inferiore armatura, perchè da questa fosse per la qualità del metallo più fortemente attratta, o perchè alla suddetta si applicasse la prima estremità dell' arco, o finalmente perchè nel luogo di essa trovasse una maggior facilità a sortire, allora ella descriverebbe il circolo *a c b e* scorrendo esternamente per tutta la porzione di nervo che resta al di sotto dell' armatura superiore fino al di lui ingresso nella coscia. Comunque la cosa sia, che ella compia tutto il suo giro parte per esso nervo, parte per l' arco, lo dimostrano le contrazioni, che si avranno ancorchè si tagli il nervo I nel luogo superiore alle armature, indi si applichi come prima alle medesime l' arco: oppure se lasciando intero il nervo I si tagli il nervo H in qualunque punto. Egli è chiaro pertanto, che anche quando i nervi sono interi l' elettricità tiene lo stesso cammino.

Passiamo ora a considerare il circolo della elettricità allorchè induce le contrazioni nella gamba M. Questo è totalmente differente dal primo, ma vedrete anche qui osservata inviolabilmente la legge di seguir la strada più breve, e più facile per far ritorno al muscolo. Il circolo è il seguente evidentemente

mente del fatto, se mal non m' appongo, dimostrato n o r s t u, quello cioè che è marcato dalla serie delle lincette. Di fatti, se si tagli il nervo I al di sotto delle armature, e si applichi l' arco come prima alle stesse, se sarà ben separata l' estremità del nervo reciso, ne v' abbia nel piano coibente, sù cui si fa l' esperimento, alcuna umidità, che supplir possa alla porzione inferiore del nervo reciso, niun moto nasce nella gamba M, restando allora interrotto il cammino, o sia l' arco frà il nervo H, e la gamba M. Che se o le estremità del nervo reciso si pongano ambe artificialmente frà di loro a contatto, o tagliata tutta la porzione inferiore del nervo sino al suo ingresso nella coscia G, si adatti in sua vece un corpo deferente qualunque, come una porzione di pelle, o di muscolo, od una striscia di acqua, e questa si porti a contatto della coscia, onde suppliscasi in qualche modo alla porzione di nervo separato, ritornano tosto ad una nuova applicazione dell' arco alle armature le contrazioni pronte, e vigorose come prima, compiendosi per tal modo la strada, che prima restava interrotta. Questo sperimento a me sembra non solo comprovare pienamente il proposto circolo della elettricità, ma opporsi non poco a quel circolo, che suppone farsi il Volta nella porzione di nervo frapposta alle armature, ed allo stimolo indicato; mentre se allorchè si applicano le armature, e l' arco ad un solo nervo, si movono ambedue le gambe come il fatto dimostra; per spiegare in questo caso il fenomeno par certo non v' abbia altra strada fuori che il supporre che lo stimolo fatto dalla torrente elettrica nella detta porzione del nervo I si propaghi al nervo H per la comunicazione che avvi frà l' un nervo, e l' altro mediante la spinal midolla. Ma se ciò fosse perchè non succede egli lo stesso anche allorquando è interrotta la strada inferiormente alla gamba G? Eppure rimane anche allora la stessa comunicazione. Chiederei poi inoltre al Sig. Volta, come mai esser dovendo nella sua ipotesi una sola la torrente formata dalla elettricità delle due armature o da quella dell' animale diversamente smossa, ed attratta dalle medesime, come mai dissi, si possa ciò accordare colla doppia torrente da noi fin qui chiaramente dimostrata? Quanto non è più consentaneo al vero, ed alla ragione il credere che le dette contrazioni insorgano in grazia del circolo di già proposto in ciascuna, e non ideato, ma dimostrato? Ma passando a farlo conoscere vero, e reale eziandio

in varie altre combinazioni in cui si applichino l' arco, e le armature ai soli nervi, un' altra ora ve ne proporrò che serve a confermare vieppiù la verità della cosa, ed a dimostrarvi l' insussistenza dell' ipotesi del Volta.

Si tagli in una rana preparata uno de' nervi, come il nervo I *Tav. I. Fig.* 4. nel luogo, in cui più vi aggrada; si armino colle anzidette listerelle eterogenee le estremità del nervo reciso, indi si applichi alle armature l' arco, voi otterrete immediatamente li consueti movimenti in ambedue le gambe M, G; osservate ora il circolo che in ciascuna di esse tiene l' elettricità per indurre li suddetti moti: nella gamba G, ella passa dai muscoli della coscia nell' interno del loro nervo corrispondente I, avanza occultamente il suo corso pel medesimo, indi giunta all' estremità recisa esce fuori, e va all' armatura, poscia scorrendo per l' arco, giugne all' altra armatura, di lì siegue il suo cammino per la porzione superiore dello stesso nervo I, indi attraversando la spinal midolla scorre esternamente pel nervo H, finchè giunta all' unione delle coscie si riconduce finalmente alla sua gamba G; in somma ella tiene il cammino *a b c d e*. Ne volete una prova indubitata? tagliate il nervo H in qualunque luogo più vi aggrada, e tosto replicando l' esperimento vedrete mancarvi le contrazioni, restando allora interrotta l' indicata strada; riunite indi le recise estremità per mezzo di un corpo deferente, come di un pezzetto di carne, di pelle, o conducendole a bella posta a contatto, e rifatto l' esperimento, risorgeranno di nuovo le contrazioni. Che se mai dubbio nascesse che tali contrazioni non già dipendessero dalla elettricità della coscia G, ma bensì da quella della coscia M, che per compire il suo giro ascendesse pel suo nervo H, di poi discendesse pel nervo I reciso, e irritando la sua porzione inferiore eccitasse così le indicate contrazioni, basta a togliere sù di ciò ogni dubbio, tagliare affatto il suddetto nervo H, ed in sua vece collocarvi un pezzetto di carne, che tocchi con una estremità il canal vertebrale, coll' altra la coscia, mentre vedrannosi allora svegliate le contrazioni egualmente come se vi fosse il nervo intero, anzi assai meglio per la maggior ampiezza del nuovo conduttore; indubitata prova che niuna parte aveva nelle medesime la elettricità del nervo H.

Ora veniamo a descrivere il giro che tiene l' elettricità nella gamba M; esce ella adunque dalle gamba cammino facendo

entro

entro il nervo sino all' inserzion sua nella spinal midolla; da questa escita passa alla porzion superiore del nervo I reciso, indi alla sua armatura; poi si incammina per l'arco, e giunge così all'altra armatura, da questa discende esternamente per la porzione inferiore del nervo I fino all' unione delle coscie, d'onde poi fa ritorno alla sua gamba M. Eccovi brevemente indicato lo stesso cammino colle seguenti lettere n o v s t u.

Ho io dimostrato pertanto e l'origine, e la cagione di tali contrazioni; or mi farei a chiedere al Volta, come possa egli in questo esperimento far vedere egualmente l'origine di queste stesse contrazioni secondo l'opinion sua, e come possan queste ripetersi dalla elettricità sbilanciata per mezzo delle armature nel passaggio che ella fa per la porzione di nervo frapposta alla stesse armature, affine di porsi in equilibrio, quando una tal porzione manca totalmente? Ma tornando alla considerazione del circolo, che descrivono in questo caso le due torrenti fa di mestieri osservare essere necessario che ambedue scorrano non solo per lo stesso arco, e le stesse armature, ma vi scorrano con direzione totalmente contraria; mentre allorchè la torrente della coscia G passa dal nervo I alla prima armatura, ed ascende per l'arco per portarsi all'altra armatura, e di lì per la spina del dorso al nervo H onde ritornare alla istessa coscia; la torrente della coscia M uscendo dal nervo H, passando per la stessa spina del dorso, e di li alla superior armatura del nervo I discende per lo stesso arco per restituirsi alla sua coscia, cosicchè la torrente della prima scorre nell' arco per la direzione *b c*, e la torrente dell' altra per la direzione totalmente opposta o r s t. Quanto ho detto dell' arco intender devesi ancora delle armature, e della spina del dorso; in queste parti pure ed in questi luoghi non possono non scorrere le torrenti con direzione contraria. Or ciò posto siccome queste torrenti sono libere, e debbono pure incontrarsi fà d' uopo conchiudere o che esse scorrono per lo stesso arco in diversità di tempo inassegnabile, o se nello stesso, che l' una tiene per l' arco un cammino, e l' altra ne tiene un altro: quando non si volesse supporre, che elleno si potessero incontrare, ed incrocciarsi, senza che si estinguesse il loro moto, e l' urto, ma solo si diminuisse, onde minori ne nascessero le contrazioni. Forse la diversità delle armature, e la prima applicazione, che si fa di un estremità dell'arco piuttosto ád un nervo, che all'altro potrebbero condurre

durre ad intendere la differenza della velocità, ed anche del tempo, con cui le due torrenti camminano; e di qui forse nascerebbe la varietà delle contrazioni, che spesso in una delle gambe si ravvisa; anzi la total quiete in una, il moto nell' altra, come non di rado si osserva in questi esperimenti. Ma queste sono cose troppo difficili a decidersi, e a porsi in chiaro; non lasciano però di meritare ogni più sollecita attenzione, ed ogni più esatta ricerca per esser appieno conosciute, poichè condur potrebbero a nuove, ed interessantissime cognizioni sù l' azione di questo fluido eletrico nell' animale economia. Io intanto le ho voluto proporre, avendo esse luogo, siccome vedrete, nella maggior parte degli esperimenti, che passo ora a sottoporre alla cortese attenzion vostra: e benchè in questi esperimenti si applichino ai soli nervi le armature, e l' arco, pure è facile il conoscere il giro, che in tutti fà l'elettricità. Esso comincia dal muscolo, e ivi termina; e l' uffizio che prestano i nervi è quel solo di servire da conduttori della medesima, ne della propria soltanto, ma l' uno a vicenda di quella dell' altro, con questa differenza però, che la torrente propria scorre internamente esternamente l' altra.

Tutti questi esperimenti, e questi circoli, per non trattenermi troppo a lungo, io qui vi pongo sott' occhio colle seguenti figure. Osservate la cosa primieramente nella *Tav. II. Fig. 5.* in cui nella rana preparata sono armati i nervi con due listerelle eterogenee l' una di stagno, di ottonella l' altra: condotto l' arco dall' una all' altra delle dette listerelle, il circolo, che descrive l' elettricità nella coscia M è segnato dalla serie delle lineette, e indicato dalle lettere n r s t u; quello poi che tiene nell' altra coscia G è espresso colla serie dei punti, e colle lettere *a b c d e*. Nella *Tav. II. Fig. 6.* in cui sono recisi i nervi dalla spinal midolla, e separati l' uno dall' altro, e le stesse armature sono collocate alle estremità dei nervi tagliati, viene parimenti il detto giro notato nella coscia M per mezzo dalla serie delle lineette, e colle lettere n o r s t u, e nella coscia G della serie dei punti colle lettere *a b c d e*.

Tale circolo nella *Tav. II. Fig. 5.* viene bastantemente a mio giudizio comprovato dai principj di sopra stabiliti, e dagli esperimenti poc' anzi proposti: pure ad accertarsene anche vieppiù basta tagliare l' uno de' due nervi, come il nervo H al di sotto dell' armature, indi applicar l' arco come prima alle stesse

arma-

armature ; mentre venendo allora interrotto nella gamba M l' indicato cammino mancano in essa costantemente le contrazioni, le quali parimenti, o mancano, o a stento compariscono nella gamba G, ove le forze dell' animale sieno languide d' assai, ma nuovamente poi tornano in ambedue se si uniscano come prima le estremità del nervo tagliato, o si frapponga alle medesime un pezzetto di pelle, o di muscolo, o di carta bagnata. E qui vi prego a riflettere che la cosa cammina con molta differenza nelle dette coscie, mentre relativamente alla coscia G mediante il taglio del nervo H si interrompe bensì la strada alla sua corrente elettrica da *a*, in *e*, o sia quella che viene formata parte dal nervo H, parte dall' unione delle due coscie, ma un' altra glie ne rimane per far ritorno alla medesima coscia: difatti può detta torrente escire dal nervo I, e per l' arco portarsi all' armatura del nervo H, e di quì ascendendo per la rimasta porzione del nervo H alla spinal midolla ricondursi poi per l' esterna superficie del nervo I alla sua coscia, oppure può anche far prima il tragitto della spinal midolla, indi quello dell' arco; o sia l' uno, o sia l' altro dovranno per certo aversi in essa coscia le contrazioni, come di fatti avviene ove le forze animali sieno vigorose. Rimane pertanto chiaro, che rapporto alla detta coscia la elettrica corrente prima del taglio del nervo H potrebbe tenere più strade per compiere il suo giro, quella cioè che ho indicato nella figura, e l' altre fin qui proposte; ma tuttavia essendo verisimile, che una sola ella ne siegua, e questa la più breve, e la più facile, e spedita, così io mi sono tenuto alla strada, che ho delineata nella figura come a quella che hà i suddetti caratteri, e che viene anche in qualche modo dimostrata dalla necessità di essere rinnovata, o colla riunione del nervo tagliato, o colla interposizione di altro corpo deferente, allorquando per le forze languide dell' animale preparato mancano, come hò detto, le contrazioni. Le stesse ragioni militano a favore parimenti del cammino che abbiamo delineato relativamente alla corrente della gamba M, prima che si tagli come si è detto il nervo H al di sotto dell' armatura. Ma fatto questo taglio la cosa cammina molto diversamente, mentre l' elettrica corrente della detta gamba non trova altrimenti quelle strade che vengon pure somministrate, siccome abbiamo notato alla corrente della gamba G, e quindi mancano in detta gamba M le contrazioni, poichè tagliato come si è detto il nervo H sotto l' armatura, quantunque immaginar

ginar si potessero altre strade, come per esempio ch' ella partisse dalla coscia M, e si trasportasse all' altra G mediante la loro unione, e di lì ascendendo pel nervo I sortisse dall' armatura di esso nervo, e indi scorrendo per l' arco, e poi per la spinal midolla si riportasse per lo stesso nervo I prima alla coscia G, e da questa si restituisse finalmente alla sua coscia per mezzo dell' unione delle coscie stesse, pure la sperienza dimostra che una tal strada non si tiene altrimenti dalla corrente, mancando costantemente, siccome abbiam notato, in questo stato di cose le contrazioni, e ricomparendo solo allorchè riesca di potere esattamente adattare le due estremità del nervo H reciso o scambievolmente fra di se, o ad altro corpo deferente intraposto, cosicchè venga a ristabilirsi totalmente la primiera strada interotta: lo che siccome non è sì facile ad ottenersi, così non è meraviglia se non sia sì frequente il ritorno delle contrazioni, e il felice esito dello sperimento.

Ora venendo alla spiegazione della *Tav. II. Fig.* 7., nella preparazione dell' animale ivi rappresentata in cui sono i nervi H, I uniti alla spinal midolla, e restano per mezzo del taglio divise le coscie M, G, e staccate l' una dall' altra, è manifesto che non rimanendo altra strada pel corso della elettricità, che quella dell' unione de' nervi colla spinal midolla, il circolo verisimilmente tenuto dalla corrente elettrica nella coscia G sarà *a b c d e*, nella coscia poi M sarà n o r s t u. Nella descrizione di questo circolo suppongo che le correnti tratte dalla maggior forza dell' arco, prima a quello si dirigano, e per quello scorrano, indi per l' unione de' nervi fatta naturalmente mediante la spinal midolla, e il canal vertebrale. Una tal supposizione sembra più coerente alla ragione, o sia all' indole sì de' metalli, che della elettricità animale. Non è perciò che non potessero forse le elettriche correnti tenere un altra strada scorrendo cioè prima per l' indicata unione de' nervi, poi per l' arco. Ma comunque la cosa sia lo sperimento torna lo stesso, se in vece di lasciare uniti naturalmente i nervi per mezzo della spinal midolla, da questa si separino, e si uniscano frà di loro, o pel mutuo contatto delle recise estremità, o mediante un qualche corpo deferente.

Voi ben vi accorgete, dottissimo Professore, in che consista la differenza di questo circolo in questa preparazione paragonato con quello espresso nella *Tav. II. Fig. 6.*, e ne intenderete la ragione; in quella cioè compie la strada l' unione

delle

delle due coscie, in questa l' unione dei nervi: in quella pertanto il luogo in cui debbono passare ambe le correnti è inferiore al luogo dell' applicazione dell' arco; in questa è superiore, lo che pone in chiaro, che in tutti questi esperimenti fà d' uopo considerare due archi, o siano due luoghi comuni al passaggio di ambe le elettricità, l' arco cioè artifiziale, e il luogo di unione, o dei due nervi, o delle due coscie.

Ecco se non erro posto in tutta la sua chiarezza ed evidenza il circolo, che fà l' elettricità animale allorquando si applicano le armature, e l' arco ai soli nervi preparati; cioè parte dal muscolo scorrendo per la interna sostanza de' nervi, ed uscendo da questa ritorna al muscolo camminando per l' esterior parte de' nervi medesimi. Avendo posto sott' occhio il giro, che deve fare l' elettricità allorchè si applicano le armature, e l' arco prima al nervo, ed al muscolo, indi ai soli nervi, passiamo ora a vedere se la stessa strada de' nervi sia tenuta dalla corrente elettrica quando le armature, e l' arco si pongono ai soli muscoli; nella qual ricerca risponderemo pure ad una nuova, e forte objezione, che si fa contro il circolo della elettricità pei nervi nel muscolo, mentre a prima vista parer potrebbe che in simil cosa dovesse pur esser questo circolo affatto escluso. Non vi spiaccia pertanto, ch' io quì vi descriva prima d' ogn' altra cosa l' esperimento. Si prepari la rana nella solita maniera; si applichino indi le note armature alle sole gambe, o sia ai soli muscoli delle medesime, quella cioè di zinco ad una gamba, e quella d' argento all' altra; si porti sù d' esse armature l' arco; insorgono tosto le contrazioni pronte, e vigorose; e se l' animale sia ben vegeto, e di recente preparato, non sono molto dissimili da quelle che si hanno addattando le armature, e l' arco, o ai soli nervi ischiatici, o a questi, ed alle gambe.

Qual parte quì, si chiede dagli oppositori di detto circolo, vi possono avere i nervi ischiatici, che punto non si cimentano, e che sembrano totalmente fuori del circolo, che compier deve l' elettricità? La quale partendosi dall' una gamba dirann' essi non ha certamente bisogno per ritornare alla medesima di toccare i suddetti nervi, ma portata dall' arco all' altra, da questa passa a quella pel luogo della natural unione, e connessione delle coscie, e così nel restituirvisi si compie il circolo. E qui cresce ancora la forza di questa difficoltà per un nuovo, e facile sperimento, che può ciascuno aggiungere

 al

al primo, tagliando cioè affatto i suddetti nervi ischiatici all' ingresso loro ne' muscoli della coscia, indi rinnovando l' applicazione dell' arco alla stessa maniera di prima; poichè non vedrassi dalla mancanza di questi nervi nascere differenza alcuna negli eccitati movimenti, i quali anche in questo caso compariranno egualmente.

L' esperimento non può essere più decisivo, ne la conseguenza più giusta. Difatti le insorte contrazioni o sieno interi i nervi ischiatici, o sieno recisi, non dipendono da essi, o sia dai tronchi de' nervi che sono fuori della coscia, ma bensi dai nervi rinchiusi nella medesima, lo che ove mi venga fatto di dimostrare, e di porre sott' occhio il circolo che per mezzo di questi descrive l' elettricità ne' muscoli, io avrò sodisfatto a quanto m' era proposto, e inun tolta di mezzo l' accennata non lieve difficoltà.

Per accertarmi pertanto in primo luogo se realmente si potessero ripetere le indicate contrazioni dai nervi, che si diramano per entro la gamba, o vogliam dire dai crurali, prima d' ogn' altra cosa io mi studiai di ricercare per mezzo di esperimenti, se l' elettricità, che scorre pei nervi coperti dai muscoli sentisse la forza dell' arco, e delle armature a segno di uscire dai medesimi nervi, e di attraversar i muscoli per giugnere alle armature, e scorrere per l' arco. A tale effetto in una rana preparata copersi, ed inviluppai con sostanza muscolare i nervi ischiatici; anzi a maggior sicurezza, e chiarezza dell' esperimento presi due coscie di altra rana della stessa lunghezza dei nervi da sperimentarsi, le spogliai de' loro integumenti, indi le apersi profondamente, poi nell' apertura di ciascuna posi uno dei suddetti nervi, ed entro la coscia lo conficcai, e chiusi in modo, che tutto restasse da essa coperto, e nella sostanza muscolare profondamente sepolto: adattai indi a queste le armature, e l' arco, e ritentai tutti gli esperimenti fatti da prima su i nudi nervi; ottenni moti nell' animale pressochè alla stessa maniera, che se avessi applicate le armature, e l' arco immediatamente ai nervi, anzi l' esperimento ebbe il medesimo successo, quando alla coscia in tal modo preparata adattai i proprj naturali integumenti ben molli, ed umidi. Chiaro pertanto da questo fatto apparisce primieramente, che l' elettricità contenuta nei nervi coperti dai muscoli, e anche dagl' integumenti, sente assai bene la forza dell' arco, e dell' armatura, onde non è a meravigliarsi se nell' animal vivente ottiene il Volta coi so-

liti

liti artifizj i moti di contrazione; di poi che in vigore di una tal forza esce dai nervi; e finalmente che attraversa muscoli, e gl' integumenti. Lo che posto perchè non si dovrà egli dire, che avvenga lo stesso anche nel caso proposto, in cui cioè si applicano le armature, e l' arco alle sole gambe, e si ottengono le usate contrazioni? Il cammino che terrà in questo caso l' elettricità, voi stesso per poco, che fissiate l' attenzion vostra, potrete facilmente riconoscere: egli è lo stesso che quando s' armano ambidue i nervi preparati, ed a quelli s' adatta l' arco. Consideriamolo ora in ciascuna gamba in particolare per maggior chiarezza, ed incominciamo nella gamba M *Tav. II. Fig. 8.* Partirà la corrente elettrica dal tronco del nervo crurale della stessa gamba dal punto n, ascenderà per lo stesso tronco fino a fronte dell' armatura; di lì uscita entrerà nell' arco, e per quello si porterà all' armatura della coscia G, indi per l' unione delle coscie farà ritorno alla stessa gamba M, o sia ai suoi muscoli: in somma ella terrà il cammino descritto dalla serie delle lineette, cioè n o r s u. Infatti se io separerò totalmente la medesima gamba M dalla sua corrispondente G, ed in vece di questa vi adatterò un corpo umido qualunque, come un pezzo di pelle, di muscolo, di carta, o di pezza ben umida, ed a questa apporrò l' armatura, e l' arco come faceva nella gamba G, insorgeranno le contrazioni nella gamba M come prima, cioè come quando era a lei unita la gamba G. Non v' hà dubbio che un simil cammino all' indicato nella gamba M si terrà pure dalla elettricità nella gamba G, ma in senso contrario, il quale viene indicato dalla serie dei punti *a b c d e*. Che se qualcuno volesse, che un tal corso sì nell' una, che nell' altra gamba si facesse d' altra maniera, e con altra direzione, cioè passando l' elettricità per l' unione delle coscie prima di trasferirsi all' arco, io non potrò forse dimostrare un tal cammino assolutamente impossibile; ma dirò bene sembrarmi assai più verisimile quello da me proposto per le ragioni di sopra addotte relativamente alla preparazione espressa nella *Tav. II. fig. 7.*

Sembra pertanto dimostrato pur anche in questo caso, e posto fuor di dubbio a mio credere il circolo totalmente simile a quello, che si osserva applicando arco, ed armature ai soli nervi, quantunque a prima vista non sia sì facile a ravvisarsi: tuttavolta a conferma di questo non tralasciai di tentare eziandio il seguente esperimento, che parvemi del tutto

con-

concludente. In un altra rana preparata alla stessa maniera tagliai siccome prima, uno denervi ischiatici al suo ingresso nella coscia, e l' altro in vece di tagliarlo nello stesso luogo, lo seguii col coltello entro la coscia, e la tibia, e lo separai dalle vicine parti, indi lo recisi, così che la coscia, e la tibia rimanesse senza il suo tronco di nervo crurale; adattai indi ed armature, ed arco ad ambe le coscie come prima, osservando diligentemente i moti di ciascuna gamba per iscoprir pure, se vi avesse fra loro qualche differenza; infatti m' avvidi, che i moti di quella, che conservava il suo nervo, erano molto più pronti, e vivaci di quelli dell' altra, che ne era priva, i quali erano appena sensibili, e vidi ancora continuando l' esperimento, questi ultimi essere irregolari, e cessare affatto molto prima di quelli, e non estendersi a tutti i muscoli, siccome in quella, lo che mi sembrò dimostrare assai bene il cammino di già proposto della elettricità pel nervo, e l' escita sua dal medesimo. Ma forse ad alcuno parer potrebbe, che nella gamba priva del tronco nervoso le contrazioni non che apparir languide, e di breve durata, dovessero anzi mancare totalmente attesa la strada della elettricità, che io ho indicata.

Una tale difficoltà avrebbe gran peso, e potrebbe aver forza di dimostrazione, se levato per mezzo del taglio il tronco nervoso, che scorre per entro la coscia, venissero similmente tolti, e levati i rami, che partono dal medesimo e vanno ai muscoli di essa coscia; ma siccome questi rimangono tuttavia, così qual meraviglia, che seguano pure a comparire alcuni moti ne' muscoli? Se l' elettricità cammina pel tronco, perchè non deve ella scorrere ancora pei rami? Che se da questo vien tratta fuori per la forza dell' arco, e dell' armature, perchè non succederà lo stesso ne' rami? Debbono dunque anche in questo caso aversi alcuni moti, ma questi meno pronti, e vivaci, perchè non la intera corrente della elettricità sorte da essi, ma n' escono alcuni rivoli solamente; e non debbono aversi in tutt' i muscoli, e regolarmente, perchè troppo difficil cosa sembra per la varia situazione, e distanza di queste fila nervose dalle armature, che tutte egualmente ne debban risentir la forza. Ed a maggior conferma, e schiarimento della cosa si lascino i nervi ischiatici naturalmente uniti alla spinal midolla, ma sieno le gambe divise come nella *Fig.* 7, poi si adattino le armature come prima ai muscoli delle stesse gambe; insorgeranno allora le contrazioni di gran lunga più pronte, e più vivaci, che quando

do mancavano i suddetti nervi, come nella *Tav. II. Fig.* 8., e ciò perchè in tal caso può scorrere la elettricità di ciascuna gamba liberamente pel suo tronco nervoso, e da esso sortire per tenere il cammino di già indicato in tale preparazione. Queste ragioni a me sembrano tali, che tolgano ogni valore alla proposta difficoltà; l' esperimento adunque recato da prima conserva tutta la sua forza di dimostrazione, massimamente se si rifletta a un fenomeno, che trovo costante in questi esperimenti; ed è che se si applicheranno le stesse armature, e lo stesso arco in varj luoghi del muscolo, si vedranno chiaramente le contrazioni differenti di forza, e di prontezza, e di estenssione, giusta le diversità de' luoghi; ed esaminando diligentemente le parti di muscolo, le quali si tentano, si vedrà che le maggiori, e più vigorose contrazioni nascono appunto dove le diramazioni nervose o sono maggiori, o più scoperte, o più vicine all' armature, minori dove sono al contrario. Siccome dunque giusta ciò, che abbiamo quì sopra osservato, l' arco, e le armature traggono fuori dai tronchi nervosi benche coperti di sostanza muscolare l' elettricità, e la conducono in giro, così la traggon parimenti dai rami, e dai minimi filamenti, e l' inducono a fare il suo natural circolo. Colla scorta di queste riflessioni, e di questi sperimenti spero, che voi vedrete spiegato il fenomeno, e stabilita vieppiù, e resa universale la legge dell' indicato circolo.

Ma raccogliamo finalmente da tutti questi fatti ciò, che sembra potersi dedurre come vera, e legittima conseguenza; se dunque l' elettricità, che scorre pei nervi sente la forza delle armature, e dell' arco anche da lontano, benchè v' abbiano varie parti frapposte, perchè non si potrà credere che que' lampi, che si fan vedere bellissimi allo sperimentatore allorchè applica l' arco, e le armature ai proprj occhi, siccome scoperse l' ingegnosissimo Volta, non nascano essi dall' elettricità dei nervi dell' occhio fuori tratta, e posta in giro dalla forza di esso arco, e delle armature? Perchè similmente alla elettricità de' nervi, o della lingua, o delle altre parti che si pongono in comunicazione colla medesima per mezzo dell' arco, non potrannosi attribuire con molta verisimiglianza, e probabilità le varie sensazioni di sapore che prova l' esperimentatore armando con varii metalli o la sola sua lingua, o questa ed altre parti, ed applicandovi l' arco?

Ma passiamo più oltre colle nostre considerazioni. Se dunque

que il circolo della elettricità è lo stesso o si adoprino per arco, e per armature i metalli, o le mere sostanze animali, ov' abbiasi l' interposizione dell' arco artifiziale, o si serva del solo arco naturale ponendo cioè a contatto il tronco del nervo coi corrispondenti muscoli, se parimenti egli è lo stesso allorchè in vece di far sortire per mezzo dell' arco artifiziale, e delle armature l' elettricità dall' animale preparato, si tragga fuori dall' animale vivente, e in istato naturale, come fece il Sig. Volta, se è lo stesso finalmente, o la suddetta elettricità si determini ad escire dal nervo, e dalla spinal midolla, oppure dalla midollare sostanza del cervello, o sia dal principio de' nervi, s' egli è dissi lo stesso in tutti questi casi, come apertamente dimostrano le contrazioni, che in tutti egualmente si eccitano pronte, e vigorose; sembra fuor d' ogni dubbio che il circolo vero, e naturale dell' elettricità animale, e quello da cui traggono in fine origine tutti i moti muscolari sì liberi, e dipendenti dalla volontà, che forzati, e morbosi, sia affatto simile a questo, che viene palesemente indicato da tanti sperimenti, i quali colla uniformità, e costanza loro provano ad evidenza essere il solo, che si tiene, e si vuole dalla natura.

Nota a maggior chiarezza, ed intelligenza delle Figure.

Si dimostra in tutte le figure l' elettrica corrente nella sua origine entro il nervo sotto l' aspetto di un sol ramo, nella fine poi, o sia nel suo ritorno ne' muscoli divisa in varie diramazioni, e ciò perchè si distingua in primo luogo più comodamente la detta origine dal termine; poi perchè sembra tale dover essere realmente la detta torrente nell' indicate parti. E in quanto al nervo quantunque debba ella al suo partire dai muscoli essere realmente divisa in tanti rami, quanti sono i nervi, che ai medesimi appartengono, pure siccome tai rami, o tutti, o la maggior parte vanno poi a terminare, e ad unirsi in un solo, o sia nel tronco comune, così pure è necessario faccia lo stesso eziandio la corrente, onde quand' entra nel detto tronco, e scorre per esso, come rappresenta la figura, una sola ella esser deve; parimenti siccome al suo ritorno nella coscia ella deve alla fine distribuirsi a tanti muscoli, quanti son quelli da quali è partita, è chiaro, che essendo questi molti, molte similmente saranno le diramazioni nelle quali verrà costretta a dividersi.

In tutte finalmente le prime sette figure si mostra un sol tronco del nervo Ischiatico, quantunque siano tre quelli che concorrono a formarlo, e ciò per evitare la moltiplicità della corrente difficile ad esprimersi nelle dette figure senza confusione, ed oscurità; a tale oggetto parimenti si è scelto e delineato quello, che appartiene singolarmente ai muscoli della coscia, perchè nella maggior ampiezza di detta parte meglio campeggia la torrente elettrica, e la sua direzione, e distribuzione. Nell' ottava figura finalmente si è fatta la ferita nella coscia al luogo corrispondente al nervo, che si distribuisce alla gamba, e questo non solo per la più facile intelligenza della cosa, ma eziandio per la maggiore accuratezza, e verità della medesima, da che il tronco nervoso, che è sepolto nei muscoli della coscia, quello si è appunto che si dirama poi in essa gamba &c.

MEMORIA QUARTA.

Siccome io mi lusingo di aver provato nelle precedenti memorie che l' eterogeneità de' metalli, o di altri corpi applicati all' animale non serve, ne a sbilanciare in esso la naturale elettricità, ne a porla in giro per tale sbilancio, ne a far sì che l' elettricità contenuta in diverso stato nelle due armature eterogenee scorrendo dall' una all' altra stimoli nel suo passaggio il nervo, ed ecciti la contrazione del muscolo; par che rimanga a cercarsi qual esser possa l' azione di essa eterogeneità sù la torrente elettrica animale, il cui cammino abbiamo nell' antecedente memoria dimostrato, e posto sott' occhio, onde ne nascano per mezzo suo tanto più gagliarde le contrazioni. Or questo è ciò, che prendo a fare nella presente memoria: la cosa veramente resta difficile a determinarsi; tuttavolta riflettendo attentamente agli esposti fenomeni, e ad alcuni altri, che in appresso narrerò, non credo essere senza fondamento l' ipotesi, che sono per proporre.

Egli è adunque in primo luogo a considerarsi, che non tutta l' armatura eterogenea serve all' accrescimento delle contrazioni, ma solo quel picciol punto, che corrisponde al luogo del contatto dell' arco: infatti le contrazioni si ottengono poco, o nulla differenti, sia l' armatura ampia un pollice, sia di una sola linea. Inoltre se si adoperino due armature omogenee, basta inumidire l' una delle due armature in quel piccolissimo spazio, in cui si vuole applicare l' estremità dell' arco, o pure inumidire la stessa estremità dell' arco con qualche fluido deferente, o col semplice fiatarvi sopra, che tosto per un così piccolo spazio di eterogeneità niente maggiore, come sopra si è detto, o di una linea, o di una decima, o duodecima parte della medesima, vedrannosi insorgere le contrazioni, che prima mancavano. Finalmente senza alcuna armatura, solo che le estremità dell' arco, sebbene di menomissimo diametro siano eterogenee nascono le contrazioni assai pronte, e vivaci. Se dunque tutta la forza dell' armatura eterogenea è ristretta ad un sì piccolo spazio, ed a quello, che corrisponde all' estremità dell' arco; se la sola eterogeneità dell' estremo arco ridotta, come si è detto, anche ad un mero punto, sono bastevoli per ac-

crescere la forza delle contrazioni, sembra assai verisimile, che generalmente parlando la forza della detta eterogeneità si eserciti solamente sopra la torrente elettrica, che deve condensata passare per le estremità dell' arco: lo che tanto più rendesi probabile, quanto che si accresce notabilmente la forza delle contrazioni non solo, allora quando l' eterogeneità dell' umido aggiunto è posta alle estremità dell' arco, che vengono a contatto colle armature, ma eziandio allor quando essendo l' arco diviso in due pezzi, l' umidità si aggiunga soltanto nei punti, che riuniscon l' arco; quantunque però in questo caso l' accrescimento soglia essere minore. Infatti se adoperando io un intero arco di stagno, e applicandolo o alle due armature omogenee, o all' animale immediatamente, non ottengo contrazione alcuna, dividendo il detto arco, e inumidendo appena le due estremità divise, frapponendovi un pezzetto di pelle di rana, o di tela ben umida, ottengo ben tosto all' applicazione dello stess' arco le contrazioni. Or posto questo esperimento, siccome l' accrescimento di forza non succede, che nel tratto dell' arco, e in esso tratto non scorre, che la torrente elettrica, sembra certamente assai chiaro, che il potere dell' eterogeneità si eserciti o tutto, o per la maggior parte nella medesima, siccome fù proposto ancora nel libro anonimo.

Ora è da vedere qual sia questa azione dell' eterogeneità sulla detta torrente elettrica, o vogliam dire in qual maniera nè avvalori si grandemete la forza, e l' impeto. Giusta le fisiche leggi essa non può ciò fare, se non se accrescendo o la velocità, o la copia di quell' elettricità, che forma la detta torrente. Però ricercando le cagioni per le quali possa essa produrre tali effetti, e rimontando col pensiere dal primo all' ultimo degli esperimenti tentati, e alle varie combinazioni, e posizioni degli eterogenei metalli adoperati, sembra che tali cagioni si possano comodamente ridurre alle seguenti. Primieramente al passaggio da un metallo meno conducente dell' elettricità animale ad un altro più conducente: secondariamente al passaggio di un metallo più conducente ad un meno; In terzo luogo finalmente al contatto fra gli stessi metalli eterogenei.

Ed in quanto alla differente forza conduttrice de' metalli relativamente all' elettricità animale, non è essa nuova, nè a bella posta immaginata per la spiegazione di questi fenomeni, ma viene avvertita anche dal Sig. Bajon, ove parla dell' anguille

tremante,

tremante, prima che noti fossero questi sperimenti. Imperocchè avvisa egli che la scossa, la quale da questo animale toccato o colla nuda mano, o con varj corpi deferenti, e segnatamente co' metalli è più sensibile, e forte se si adoperi nell' esperimento il ferro, che lo stagno, più se lo stagno, che il piombo; inoltre che usando l' argento in alcuni casi l' intorpidimento indotto nel braccio, con cui cimentava l' animale gli sembrava più lungo, e grave che usando il ferro: di più che per mezzo dello stesso argento in altri simili animali ha ricevuti colpi maggiori, che per mezzo del ferro; finalmente che lo scuotimento ricevuto nel tenere l' oro in mano, è stato eguale a quello che gli faceva nascere il rame, e l' argento.

Premessa la cognizione, e la certezza di questa proprietà scoperta ne' metalli di condurre alcuni più felicemente l' elettricità animale, ed altri meno, ma non però colla medesima esatta legge, che da essi tiensi nella elettricità comune, passiamo ora alla spiegazione della maniera, con cui verisimilmente operano le tre proposte cagioni: ed incominciando dalla prima, cioè dal passaggio di un metallo meno conducente dell' elettricità animale ad un altro, che più lo sia, è chiaro che in questo caso la maggior forza conduttrice di quest' ultimo, che pare possa ridursi alla forza attraente, non può non accellerare il moto della torrente, ed aumentare in conseguenza la velocità. Per ciò poi che spetta al passaggio da un metallo più conducente ad un meno, l' elettricità non può in questa posizione non soffrire qualche ritardo di corso nel passare dal primo metallo al secondo, e quindi non cumularsi alcun poco nel primo, onde ne nascerà accrescimento di copia, e finalmente anche di impeto; dalle quali cagioni di accelleramento, e di cumulo è facile il rilevare, che tanto maggiori saranno le contrazioni, quanto maggiori saranno le differenze di facoltà conduttrice che vi avranno frà un metallo, e l' altro, e che mancheranno totalmente le suddette contrazioni per parte de' metalli, ove niuna differenza vi abbia frà i medesimi, come appunto ordinariamente si osserva in questi esperimenti, ne' quali le contrazioni muscolari sogliono svegliarsi tanto più gagliarde, quanto è maggiore la suddetta diferenza, e spesso non compaparir, quando i metalli sono omogenei.

Ma venendo finalmente alla considerazione dell' ultima delle accennate cagioni, cioè al contatto frà li stessi metalli etero-

 genei,

genei, questo toccamento benchè minimo non solo determina l' afflusso della elettricità animale al luogo in cui egli si fa, ma rende a mio giudizio lo stesso passaggio da un corpo ad un altro più marcato, e dirò così più sensibile costringendola a passare da un corpo in un altro. Quindi è, che servendomi d' un solo, e semplice arco benchè composto di varj pezzi eterogenei, e della eterogeneità più efficace, come se venga egli formato d' alcuni pezzi di filo d' argento, e d' altri di filo di stagno, o di piombo, saldati come dicono, e uniti insieme per la fusione del metallo, pure se quest' arco abbia le estremità omogenee, egli è egualmente inoperoso per eccitare le contrazioni, come se fosse tutto omogeneo fatto d' un solo pezzo dello stesso metallo. Tale incapacità della eterogeneità nasce a mio credere in questo caso dal passaggio reso troppo facile, e quasi insensibile alla torrente elettrica da un metallo all' altro per mancanza della interuzione, e divisione di un pezzo di metallo dall' altro, la quale avvi, ove i detti metalli divisi in pezzi si pongano a bella posta frà di loro a contatto.

Or esaminando perchè la interuzione avvalori tanto la forza della elettricità, a me sembra, che ciò possa attribuirsi alla resistenza, che le oppone quel minimo strato di aria, benchè affatto insensibile, che verisimilmente rimane a mottivo della interruzione frà un metallo, e l' altro; resistenza la quale benchè piccolissima, pure non può non farsi sentire alla detta torrente elettrica animale, la quale non potendo per natura sua, come ne fanno chiara prova tutti gli sperimenti fin qui tentati, vincere qualsivoglia anche menomo spazio sensibile frà un corpo, e l' altro; è assai verisimile che debba incontrar difficoltà a supporre anche lo spazio insensibile, che rimane tra i contatti de' corpi.

Perciò ove non sia l' elettricità o di sommo vigore per se, o non venga ajutata dall' invito dei metalli, sembra, che neppur possa superar il detto ostacolo, e quando pure per le anzidette ragioni giunga a vincerlo è chiaro, che si accrescerà in essa lo sforzo, e l' impeto. La resistenza pertanto di questo strato vincibile, o non vincibile, i suoi diversi gradi, le strade sono a mio giudizio, che conducono ad una comoda, e facile spiegazione o di tutti, o dei principali fenomeni, che in questo genere d' esperienze si osservano.

E in primo luogo con molta facilità s' intende, come essendo ella vincibile dalla sola natural forza dell' elettricità dell'

animale, allorchè questo prima dell' uccisione è ben forte, e robusto, ai primi contatti dell' arco, anche adoperando armature omogenee, si abbiano le contrazioni, le quali poi mancano in appresso, ed abbisognano dell' ajuto dell' eterogeneità per essere eccitate; poichè languendo la natural forza dell' elettricità del preparato animale, ella non è più bastevole a superarla. In appresso per la stessa ragione si comprende assai bene, come la levigatezza dei metalli supplisca tante volte all' eterogeneità loro, togliendo essa anche al minimo spazio della superficie ove deve passare la torrente elettrica quei vani, i quali benchè menomi nè poco ben levigati metalli, pure dando ricetto ad uno strato d' aria maggiore di quello, che possa essere attraversato dalla sola natural forza, o di tutta, o della parte maggiore della torrente eletrica, ne interrompevano la necessaria libertà del corso. Al medesimo principio di rendersi cioè menomo, e vincibile lo strato d' aria, che prima non lo era, quantunque affatto insensibile, riducesi parimenti la spiegazione del rinnovarsi le contrazioni ad ogni menomo moto, e ad ogni menoma pressione delle listarelle metalliche eterogenee, come di ottonella, e di stagno applicate a modo d' arco all' animale, e l' una collocata sopra dell' altra; poichè queste quantunque ai sensi sembrino frà di loro a perfetto contatto, pure per la leggerezza loro nol sono, e lasciano frà se medesime uno strato d' aria, che benchè sopra ogni credere, menomo, pure non può essere superato dalla forza della torrente elettrica sebbene ajutata dall' eterogeneità; e quindi d' uopo è di qualche compressione, acciò un tale strato si diminuisca, e rendasi di quell' estrema sottigliezza, e picciolezza onde possa essere superato. Infatti a convincersene pienamente basta fare il seguente esperimento. Le suddette due listarelle eterogenee nelle estremità con cui debbono venire a contatto si taglino in più luoghi longitudinalmente in modo che vengano ad essere dentate: sieno non pochi di numero tali denti, e ben disgiunti, e divisi gli uni dagli altri: si applichino le estremità intere di dette listarelle nella consueta maniera all' animale preparato, e posto sopra un piano di cera: le estremità poi dentate si adattino l' una sopra dell' altra in modo che un dente dell' una corrisponda a quello dell' altra, e vi poggi sopra: allora non solo si avranno, come è chiaro al primo loro combacciarsi insieme, le usate contrazioni, ma queste a qualunque menoma

pres-

pressione fatta sopra a qualsivoglia di essi denti si rinoveranno: che se poi uno di essi si fermi, e si unisca al suo corrispondente mediante un poco d' umidità, e di non lieve pressione fatta contro il piano di cera in modo che vengano a restare ambi immobili, e come incollati insieme, riesce inutile ogni pressione fatta sopra qualunque degl' altri: e d' onde ciò? Se non dal perfetto adattamento fatto dei due denti esposti, per lo quale si è reso il minimo strato d' aria frà loro esistente sottile in modo, che vinta dalla torrente elettrica ogni di lui resistenza, può essa costantemente, e liberamente attraversarlo; ond' è che si fa si perenne, e si felice il di lei corso pei suddetti due denti che in vano si richiama gli altri per nuove pressioni sù d' essi fatte, e quindi tolta ogni occasione alla medesima di nuovo sforzo per vincere le resistenze, ella scorre placidamente, e come in silenzio senza eccitare alcuna contrazione, e dare di se il minimo indizio.

La fin qui proposta teoria trasferita dall' arco artifiziale, al naturale, o sia al nervo, come è proposto nel libro anonimo più volte accennato, potrebbe con ragione indurre a congetturare, che la pressione fatta al nervo eccitasse i moti, e le convulsioni nei corrispondenti muscoli, non precisamente perchè moltiplicasse i contatti delle conduttrici parti membranose del nervo, come dall' Autor di quello si sospetta, ma perchè avvicinandole fra di loro rendesse più sottile quel minimo strato di sostanza oleosa, o di qualunque altra natura coibente ad esse frapposto, e in conseguenza lo rendesse tale, onde potesse esser vinto, e superato dalla forza della torrente elettrica, che prima in istato naturale nol poteva.

Ma torniamo alla spiegazione dei fenomeni, che si osservano mediante l' uso dell' arco artifiziale metallico, e delle metalliche armature, servendoci di questa stessa teoria. Chiaramente in primo luogo apparisce se mal non m' appongo come se si adoperino le armature omogenee, ed a queste si adatti l' arco, mancano più facilmente le contrazioni, che se il solo arco omogeneo si applichi immediatamente alle nude parti dell' animale preparato, poichè in quest' ultimo caso niuno strato d' aria benchè minimo resta frapposto ai punti del contatto, ove egli sia fatto esattamente, riempiendo allora le parti umide dell' animale ogni minimo vano dell' arco; non così nell' altro, in cui si adoperano le armature, mentre rimangono allora i vani

tan-

tanto nell' estremità dell' arco, quanto nella superficie dell' armatura: ed infatti ove questi vengano tolti, e riempiti in vece d' aria, di acqua, e in ambi i luoghi del contatto dell' arco colle armature, o anche in un sol luogo, quantunque siano le armature omogenee, insorgono costantemente, e pronti i moti di contrazione: lo che avviene allorquando si inumidiscano alcun poco o sia l' una, o sia l' altra, o ambe le estremità dell' arco, come già riferito abbiamo di sopra.

Quindi non è difficile a rilevarsi a mio giudizio, come l' umidità benchè menoma al luogo del contatto dell' arco colle armature omogenee facciasi costantemente della eterogeneità delle medesime; ella frapponendosi fra le superficie dell' estremità dell' arco, e quella dell' armatura ne caccia via li strati d' aria intermedia, subentrandovi essa in quella vece, e riempiendo altresì, come abbiam detto, que' menomi vani, che sono nella superficie de' metalli benchè levigati, e molto più se rozzi.

Per un tal cangiamento di cose chi non vede sostituirsi ad uno strato di materia eterogenea, quale era lo strato d' aria interposto, e la cui resistenza rimaneva invincibile dalle sole forze dell' elettricità naturale, benchè ajutata dalla forza del metallo, sostituirsi dissi, uno strato di materia eterogenea bensì, ma tale però, che potendo essere separata dalle anzidette forze ne accresce, come innanzi s' è dimostrato il valore, e l' energìa. Qual meraviglia pertanto, che mediante l' interposizione di simile sostanza si eccitino quelle contrazioni, che prima mancavano? Di un altro particolare fenomeno dipendentemente dai stabiliti principj, sembra potersi rendere un assai probabile ragione onde avvenga cioè, che se in vece di servirsi di due armature omogenee, una sola se ne adopri, e un estremità dell' arco anche omogeneo coll' armatura a questa si applichi, l' altra alla nuda parte dell' animale, insorgono in questo caso le contrazioni, laddove adoperate le due armature omogenee, e lo stesso arco, punto come più volte si è detto, esse non compariscono.

Una si grande differenza d' esito d' esperimento sembra nascere non solo dalla diversità delle armature, potendosi lo strato d' umidità della parte animale, che si tocca con l' arco supporsi come una specie d' armatura, ben perciò differente dall' altra che è metallica, ma dal doversi ancora ove si usino le armature omogenee vincere dalla sola natural forza dell' elet-

tricità

tricità due strati di aria intercetti fra la superficie dell' arco, e quella delle armature, e un solo nel caso, che una sola si adoperi atteso che l' estremità che tocca immediatamente l' animale immergendosi nella umidità, pare che debba scemare qualunque strato d' aria che si frapponga. E quantunque abbia la detta torrente a superare due simili strati, anche quando si adoprano due armature eterogenee, è facile il ravvisare allora l' ajuto, che le porge l' eterogeneità stessa de' metalli, il quale le manca allorchè sono omogenee. In somma tutti i fenomeni sembrano comprovare che la presenza, o mancanza, e tutta la varietà delle contrazioni, che cogli adoperati artifizj si eccitano dipende dall' essere superabile o nò la resistenza del mezzo frapposto fra l' arco, e l' armatura. Ai diversi gradi poi di questa resistenza sono proporzionati i diversi sforzi, che usa l' elettricità per vincerla, ed a questi diversi sforzi corrispondono le diverse contrazioni.

Un altro fenomeno assai curioso riceve esso pure una non non difficile spiegazione da questi stessi principj. Il fenomeno è il seguente. In vece di una semplice umidità si versi sopra la superficie di una delle armature anche omogenee una goccia d' acqua che sia alquanto rilevata; si applichi ad essa goccia destramente, e blandamente l' una estremità dell' arco, avendo prima appoggiata l' altra su la superficie della seconda armatura; vedrassi al momento del contatto colla detta goccia, o sia al momento del compiersi l' arco, muoversi l' animale preparato, e ciò per la nota legge dell' arco: si profondi destramente, e s' immerga vieppiù l' estremità dell' arco entro la goccia, niun moto si eccita finchè il contatto rimane con l' acqua come prima: ma se si immerga tanto l' arco, che finalmente venga a toccare il metallo, ossia la superficie dell' armatura, ecco immediatamente sul punto di tale toccamento insorgere di nuovo i primieri moti, e d' ordinario ancora più gagliardi: che se ottenute tali contrazioni si comprima l' arco fortemente entro l' armatura, in modo che allonanate le particelle d' acqua vengano le due superficie dell' arco, e dell' armatura ad un immediato, o almeno più perfetto contatto; poi destramente si alzi appena l' estremità dell' arco, cosicche un nuovo piccolissimo strato d' acqua fra esse si frapponga, veggonsi non poche volte rinnovarsi le contrazioni nell' atto dell' intrusione di esso strato; lo che sembra nascere dalla forza del

contatto de' metalli non impedita, anzi accresciuta dal minimo strato di acqua frapposto fra l' arco, e l' armatura, il quale minimo strato siccome rimane fra le due superficie, al primo, e leggiero contatto dell' arco coll' armatura, vien tolto dalla compressione anzidetta, e vi ritorna al momento dello scostarsi dell' una superficie dall' altra; così è in causa, che tanto nel primo, quanto nell' ultimo caso si eccitino le artificiali convulsioni.

Lo stesso avviene, e per la stessa ragione, se collocati i nervi dell' animale in un vaso pieno di acqua, e le gambe in un altro, si ponga al fondo d' uno d' essi un qualche pezzo metallico anche omogeneo coll' arco: all' applicazione di esso arco alle due superficie dell' acqua contenuta nei detti vasi si hanno le contrazioni benchè più difficilmente, che quando si tratti della goccia dell' acqua.

Tornano poi le medesime ad eccitarsi ogni qualvolta l' estremità dell' arco immersa nell' acqua venga a contatto con esso metallo, e si rinnovano allorchè, come si è detto di sopra si allontani un momento l' arco dal metallo.

Quanto ho detto circa l' eterogeneità dei metalli, ognun vede che può applicarsi assai comodamente alla eterogeneità d' altri corpi, che servano da armature. Così parimenti è chiaro, che la forza dello strato d' acqua, e d' umidità deve essere la stessa, quand' anche i corpi, che si adoprano per arco, o per armatura non siano metallici. Quindi non difficilmente rilevasi, come trattandosi di tali corpi, e massime se sien molli, per eccitare le contrazioni ordinariamente non basta il semplice, e leggiero contatto frà di loro, ma vi si richiede inoltre la caduta, o sia la percossa dell' uno sovra dell' altro; e ciò non solo perchè un tal impulso invita in maggior copia l' elettricità, ma si bene ancora perchè facendo venire le superficie dei detti corpi ad un più perfetto, e più intimo contatto frà di loro, rende più tenue, e più sottile, e in conseguenza più facilmente superabile dalle sole forze naturali della elettrica torrente, lo strato dell' umidità, che rimane frapposto alle medesime superficie nel luogo di esso contatto. Perciò nasce, se mal non m' appongo, che formando l' arco di sostanze animali, come di muscoli, di nervi, di pelle, ovvero di carta, o di legno inumidito, fà di mestieri per ottenere i moti muscolari, che sia diviso in due pezzi, e che l' uno d' essi si faccia cadere sovra

 dell'

dell' altro; altrimenti se un tal arco sia intero, e venga applicato all' animale alla maniera consueta degli archi metallici, rimane esso totalmente inutile, ed inefficace. Un caso però vi ha in cui il leggierissimo contatto dell' arco formato dal solo nervo è bastevole per eccitare i movimenti muscolari, anche i più forti; ed egli si è allorchè il nervo isciatico dell' animale preparato, come è proposto nel libro anonimo, si conduce blandissimamente a contatto della sua corrispondente coscia; ma chi non vede, che allora si tratta del solo arco naturale, e di un brevissimo, e speditissimo, ed immediato tragitto della torrente elettrica, qual si è quello dal nervo al muscolo? Per compiere tale brevissimo cammino, basta la sola natural forza dello sbilancio di essa animale elettricità: tanto più che non essendovi alcun altra materia frapposta, che servi d' arco, ella sente maggiormente, e più immediatamente la forza di detto sbilancio, e il nervo essendo applicato al muscolo, è determinato al luogo immediato in cui risiede detta forza. Infatti se si ponga un pezzo di muscolo staccato, o altro corpo umido al luogo della coscia, in cui prima si conduceva a contatto il nervo, e detto nervo si conduca ad un leggerissimo contatto sù di questo pezzo di muscolo, o niun moto, o d' ordinario assai languido si ottiene; ma ben si ha vivace, e forte se si faccia cadere il nervo sul medesimo, perchè allora l' urto con cui cade, pare che non solo inviti con maggior forza l' elettricità, ma che venga ad assottigliare lo strato frapposto dell' umidità, e ad agevolare, ed accrescere il corso della torrente elettrica.

Ammessa questa legge ed applicando all' arco naturale, o sia al nervo come stà nell' animal vivente le cose fin quì dette, elleno potrebbero condurci allo scuoprimento, o almeno ad una qualche spiegazione di alcune delle morbose cagioni, oltre le congetturate nel libro anonimo, atte a produrre le convulsioni nè muscoli sottoposti all' impero dell' animo.

E per dir pure alcuna cosa sopra un oggetto così interessante, io mi farò a considerare in primo luogo le mutazioni, che accader possono ai varj strati di materia coibente, siccome si è supposto nel libro anonimo frapposti alle solide parti deferenti del nervo; poichè da tali mutazioni singolarmente giusta le congetture poc' anzi esposte, sembra che trar dovessero origine le convulsioni.

Esaminando pertanto la cosa attentamente, e combinandola

la coi suddetti principj si potrebbero ridurre le dette mutazioni a due singolarmente; l' una cioè ad un assottigliamento preternaturale dei detti strati, l' altra ad un vizioso cangiamento di sostanza, o sia di materia dei medesimi, per cui di coibente, ch' ell' era passasse a farsi o in tutto, o in parte deferente. Sia l'uno, sia l' altro è facile l' intendere come l' elettrica torrente potrà trovare allora attraverso dei detti strati quel passaggio da una particella solida deferente del nervo all' altra, che prima le era negato; passaggio però che non potrà mai fare senza qualche sforzo atteso l' indole naturalmente coibente dei detti strati in istato naturale. Un tale sforzo secondo le esposte dottrine quello appunto sarà, che indurrà la maggior forza, e violenza delle contrazioni, o vogliam dire le convulsioni. Supposta la verità di questa teoria a quattro si ridurebbero singolarmente le alterazioni che indur potrebbero ne nervi le interne morbose cagioni per isvegliare le convulsioni; tre cioè appartenenti al solido, una appartenente al fluido. Le prime esser potrebbono uno stipamento, o rigidezza, 2. un soverchio rilassamento, 3. una soverchia distrazione 4. quest' ultima poi esser potrebbe una viziosa crasi, o sia natura di quello stesso fluido coibente, che forma gli accennati strati. Or dunque avvicinandosi più del naturale le deferenti solide parti del nervo verrebbesi ad assottigliare lo strato coibente di già supposto; per mezzo poi dell' altre due allontanandosi soverchiamente le suddette parti solide si darebbe adito così all' insinuarsi di nuove parte fluide, verisimilmente deferenti, le quali renderebbero lo stesso strato più, o meno deferente, secondo la copia, e la qualità della materia intrusa. Così per esempio frapponendosi fra le parti solide conduttrici del nervo qualche materia sierosa salina, o di altra simile natura in vece dell' oleosa, che si suppone naturalmenre risiedere fra essi, potrebbero al momento di tale interposizione eccitarsi le convulsioni, siccome veggiamo avvenire colla semplice immersione del nervo nella soluzione del sal marino, giusta ciò, ch' è riferito nel libro anonimo. Tali convulsioni non potrebbero esse di nuovo eccitarsi ove la detta materia escita che fosse dal nervo, le suddette parti conduttrici venissero frà loro a contatto, e queste rinnovarsi essendo spinta nuovamente fra le medesime altra materia di simil natura, e di nuovo comparire espulsa la medesima? Forsechè la forza della circolazione degl' umori atta non sarebbe alle replicate intrusioni, ed espul-

ni di simil materia? Non potrebbe forse di qui ripetersi la continuazione, e rinnovazione pur troppo si frequente di tante convulsioni? Non avvi inoltre nelle membrane de' nervi una forza di contrazione, o vogliam dire contrattilità animale la quale benchè picciola, e non paragonabile a quella dei muscoli, pure atta esser potrebbe ad indurre le convulsioni, ove venisse posta in azione da qualche interna affezione, ed alterazione dei medesimi nervi? Certamente tagliato in un animal vivo trasversalmente il canal vertebrale, e in conseguenza la spinal midolla entro contenutavi, poco dopo il taglio si vede la recisa estremità della spinal midolla allontanarsi dal livello del taglio del detto canal vertebrale, qualche volta anche più di una linea, e la midollare di lei sostanza rimanere non poco sopra le membrane rilevata, e scoperta: d' onde ciò nascer può, se non se dal contraersi esse membrane, ossia dall' avvicinarsi frà le parti componenti? Non potrebbe egli adunque succedere per un tale avvicinamento nato da morbose cagioni, che o le dette parti membranose venissero fra di loro ad un immediato contatto, o almeno restasse diminuito, ed assottigliato l' intermedio strato di oleosa sostanza, in modo che più non negasse, siccome faceva in istato naturale, il passaggio all' elettrica torrente, ma solo frapponesse al libero cammino della medesima un tale ostacolo, per cui se ne accrescesse lo sforzo, e in conseguenza l' impeto? Noi veggiamo per certo, che condotta in giro l' elettricità animale dai nostri artifizj, ove la sua forza sia gagliarda, come quando resta avvalorata dai metalli eterogenei, veggiamo dissi attraversar essa liberamente un tenue strato oleoso; ciò si osserva per esempio se si unga appena l' estremità dell' arco, e questa bene si applichi all' armatura eterogenea, e si spinga con forza contro della medesima, oppur anche se venga collocato un non piccol strato d' olio sopra della stessa armatura, e sia spinta similmente contro d' essa la detta estremità, che vengano i due metalli ad un immediato contatto frà di loro, o non vi resti frapposto, che un sottilissimo, e minimo strato d' olio. Se pertanto si volesse annoverare fra le cagioni delle convulsioni, anche l' accennata, è chiaro che esse cesserebbero ogni qualvolta cessando questa viziosa contrazione nervosa, si restituissero al primiero loro sito le dette solide parti nervose; e che insorgerebbero di nuovo ogni qualvolta rinnovandosi la medesima tornassero le dette parti al suddetto preternatu-

natu-

naturale avvicinamento. Nuovi esami, nuove ricerche, nuovi esperimenti tentati su di questa forza di contrazione de nervi, e su le interne cagioni singolarmente, che possono porla in azione, potrebbero forse spargere gran lumi su le affezioni nervose, e convulsive. E' egli forse per la maggior mollezza de nervi, e in conseguenza pel più facile allontanamento, ed accostamento delle loro parti solide, che sono tanto più facilmente presi da convulsioni i giovani, che i vecchj, quelli di debole fibra, che quelli di robusta, le Donne, che gli Uomini?

Ma venendo alla terza cagione esistente nel solido de' nervi, o sia alla loro preternaturale distrazione, è chiaro che ove questa operasse produrrebbe effetti simili a quelli di già esposti nel rilassamento, ma di grado, e di intensione maggiori, mentre allontanerebbonsi in tale supposizione le parti solide conduttrici del nervo assai più che nel rilassamento, e in conseguenza adito più facile darebbono alla interposizione di più copiosa materia eterogenea, la quale appunto per questa maggior copia accrescerebbe molto più la forza della torrente elettrica. Egl' è però da confessare ingenuamente, che questa alterazione de nervi sembra, che più facilmente possa esser prodotta dalle meccaniche cagioni estrinseche, come da strappamenti, percosse, cadute, ed altre simili, che dalle interne; tuttavolta la ricerca, e la considerazione anche di questa cagione potrebbe riescir vantaggiosa nella pratica medica.

Ma attenendosi anche alle due sole prime, queste si accorderebbero assai bene, e ci farebbono colla quotidiana medica sperienza vedere molto chiaramente la ragione, per cui tante volte avviene, che nelle medesime convulsioni non solo non giovino li stessi rimedj, ma spesso anzi siano di vantaggio i contrarj; e non veggiamo noi infatti nello stesso genere di convulsioni ora portar sollievo grande i tonici, e coroboranti, ed ora gli emollienti, e rilassanti, ora i blandi sedativi, ora li più arditi, ed efficaci stimolanti, ora per esempio i bagni freddi, ora i caldi? Non deve egli appunto avvenire questo stesso ammesse le due accennate cagioni, essendo elleno affatto diametralmente opposte, l'una col supporre nel nervo una soverchia rigidezza, o se è lecito il dirlo, una viziosa contrazione, l'altra una preternaturale mollezza, ossia rilassamento? Quanto però a ragione tutti i buoni pratici raccomandano il diligente

esa-

esame, e la profonda considerazione di questi due diversi stati de' nervi nella cura delle convulsioni?

Ma passiamo finalmente alla considerazione della quarta cagione; o sia all' alterazione indotta nella stessa fluida materia, che compone, giusta le accennate congetture, i proposti strati. Questa può esser varia, quanto varie sono le alterazioni, e quanto differenti i vizj, che possono incontrare i nostri fluidi. Non vi ha bisogno per questa alterazione, che preceda prima il vizio del solido del nervo, poichè lo stesso umore coibente può stagnando soverchiamente in varie maniere viziarsi, e lo stesso spazietto fra parte, e parte membranosa del nervo, che era occupato prima da una materia coibente può esserlo da un egual volume di materia deferente, senza che perciò si muti la natural distanza da una parte all' altra. Ogni qualvolta pertanto ciò avvenga, e la suddetta materia passi per qualsiasi delle indicate cagioni dallo stato naturale di coibente, al preternaturale, e vizioso di deferente, è facile il comprendere come tosto insorgeranno le forzate, e viziose contrazioni, o siano le convulsioni, e come queste saranno di diferente grado, e di forza secondo la diversa alterazione della suddetta materia

Ma quantunque però il vizio di questa fluida materia possa nascere nel nervo senza che sia proceduta alterazione nel solido, non può negarsi per altro, che una tale alterazione venga poi in seguito prodotta dalle viziose qualità di detta materia, lo che ove succeda, ecco una nuova sorgente di convulsioni, e delle più fatali, e difficili a vincersi, e di quelle forse che poi spesso terminano in una perfetta paralisi, perchè la guastata natural struttura del nervo aprendo una troppo facile ed ampia strada alla elettricità, ne permette un troppo copioso dissipamento, e ne impedisce costantemente il necessario accumulamento. Inoltre la varia natura, e resistenza delli strati frapposti alle parti deferenti del nervo non ci aprirebbe ella un qualche adito eziandio alla spiegazione, ed intelligenza dell' azione, e del vantaggio, che recano varj rimedj nelle convulsioni, e segnatamente i più efficaci? Così per esempio gli oleosi, i resinosi sarebbero forse tanto profittevoli, perchè somministrano al sangue materia coibente, e questa dalla forza della circolazione portata ai nervi, e spinta fra le solide loro parti, renderebbe i suddetti strati, o meno facili ad essere separati dalla forza dell' elettricità, o assolutamente impenetrabili dalla medesima,

ma, e quindi o diminuirebbe la forza delle spasmodiche contrazioni muscolari, o le farebbe cessare affatto. L' osservazione pratica, che le persone pingui sono meno sottoposte alle convulsioni, potrebbe accrescere la forza di una tal congettura.

I bagni freddi altresì potrebbero riconoscere la loro preferenza ai caldi nell' attività di sedare in molti casi le convulsioni, dallo stipare i nervi, che erano morbosamente rilassati: e forse di qui pure dipende il vantaggio, che negli stessi casi apportano le bevande gelate.

La maravigliosa forza poi degli opiati tutta dipender potrebbe, o dal sospendere temporaneamente la morbosa azione della forza di contrazione già proposta de' nervi, che conduceva a contatto le membranose loro parti conduttrici, o da quell' illanguidimento di forze di circolazione che l' opio in un qualche tempo indur deve anche nel sistema di Brown, pel quale illanguidimento non più potessero essere intruse frà le accennate solide parti del nervo le congetturate sierose saline particelle.

In qualunque di queste maniere operasse l' opio, e molto più, se in tutte, come nulla par che osti a credere, è facile il comprendere come ceder dovrebbono le convulsioni. Nel primo caso verrebbe impedito il necessario avvicinamento, e molto più il contatto delle mentovate solide parti conduttrici del nervo; nell' altro mancherebbe lo strato di materia morbosa deferente alle medesime frapposta, e resterebbe il solo naturale di materia coibente. Tutte queste congetture non senza qualche fondamento avvanzate, ove sieno poste alle prove con nuovi esperimenti, e nuove osservazioni, mi lusingo, che non resteranno senza qualche utilità; mentre quand' anche non venissero del tutto comprovate, pure sembra, che gli esperimenti su d' esse tentati dovessero aprire qualche nuovo adito per ritrovare quel vero, che solo cerchiamo.

MEMORIA QUINTA.

Quantunque raccogliendo tutti i fatti da me, e da altri fino al giorno d' oggi riferiti, sembrassero essi mettere fuori d' ogni dubbio l' esistenza di una particolare elettricità contenuta nell' animale, ed un particolar circolo che ella compie nel medesimo, tuttavolta confesso il vero, che io da lungo tempo desiderava di potere esaminare, e trattare questa stessa elettricità in alcuno di que' animali, ne' quali e la presenza della medesima, e l' indicato circolo restasse fuori d' ogni questione. Tale si è certamente la Torpedine, in cui e la scintilla osservata col microscopio da varj Fisici, e la scossa in tutto simile a quella, che si riceve dalla scarica della Boccia di Leida comunicata sul momento ad una catena di persone, hanno sgombrata ogni ombra di dubbio, che l' autrice di tali fenomeni non sia una vera, e reale elettricità. Ma rese vano per lungo tempo ogni mio desiderio la difficoltà di far trasportar vive da lontano paese le Torpedini. Quando finalmente portatomi per diporto in compagnia di alcuni onesti amici alle spiaggie del mare adriatico, prima in Sinigaglia mercè l' amorevolezza, e la cortesia del mio amico, e valentissimo Medico ivi condotto Dott. Battaglioni, poi in Rimini per la natural bontà di alcuni onesti mercanti, ebbi il comodo di fare sù l' indicato animale alcuni tentativi, benchè non tutti quelli, che avrei desiderato, avendo dovuto per alcune combinazioni trattenermi in Rimini soli due giorni; tempo troppo breve per compiere con acuratezza, e comodo sì delicati sperimenti. Tuttavolta eccovi, Dottissimo Professore, quel poco, che in tali angustie di tempo colla scorta d' alcuni esperimenti, e dell' analogia, potei raccogliere atto a dimostrare, se mal non m' appongo, e l' esistenza di un non dissimile fluido elettrico in ogni animale operante colla stessa legge di circolo, e la separazione, ed elaborazione sua nel cervello, ed il sicuro, e natural suo cammiuo pei nervi. Varj di questi stessi esperimenti sono stati tentati alla presenza del suddetto Sig. Battaglioni, ed altri sono stati replicati dal medesimo, siccome riferirò in appresso.

Incominciando pertanto dalla esistenza di questo fluido, egli è certo che un fluido che seco porta i principali, e più

decisivi

decisivi caratteri di una vera elettricità, esiste nella Torpedine. Questo viene dimostrato come ben vi è noto da molti esperimenti tentati da altri su di un tale animale, e voi medesimo ne potete coll' autorità vostra somministrare una indubitata prova, avendo già sentite le scosse similissime a quelle della boccia di Leida, e avendo fatte intorno a queste nuove, ed interessanti esperienze, che sempre più fanno credere aver esse origine da una vera elettricità. A voi non è ignoto raccogliersi, e cumularsi questa si forte elettricità in esso animale per mezzo di due corpi di una particolar struttura detti corpi, ed organi elettrici, composti di moltissimi prismi esagoni, formati da innumerevoli piccoli piani parimenti esagoni, gli uni souraposti agl' altri con mirabil ordine, ed esatto adattamento, non altrimenti che li formerebbero molti, e molti piccoli quadretti magici, tutti della stessa grandezza, e figura adattati esattamente coi loro angoli, e lati corrispondenti gli uni cogl' altri.

Voi altresì sapete, che a tali prismi viene distribuita una sterminata copia di nervi, la quale superando di gran lunga quella quantità, che sarebbe necessaria per la vita, nutrizione, e senso loro, così sembra data dalla natura alli medesimi per altri usi fuori di questi: e siccome l' uffizio particolare di detti corpi elettrici, è di raccogliere, cumulare, e somministrare al uopo una particolare, e viva elettricità, così hanno creduto giustamente i Naturalisti, ed i Fisiologi che una tale elettricità venga appunto trasportata ai medesimi corpi per mezzo di questa così insigne moltitudine di nervi. E poichè tai nervi partono immediatamente dal cervello, così hanno dedotto alcuni, che una tale elettricità venga loro somministrata dal cervello medesimo, e in conseguenza che esso sia l' elaboratorio, e il serbatojo di tale elettricità, e i nervi i conduttori. Ma siccome questo interessante punto di Fisiologia restava affidato ad una sola benchè giusta, e verisimile congettura, così tentai di decidere per quanto si poteva la cosa col fatto, e l' osservazione. Avendo dunque avute in mio potere alcune vive torpedini, e dopo avere da una d' esse sofferte varie piccole scosse, e varie irritazioni somiglianti a quelle della scintilla elettrica, recisi da essa una porzione del suo corpo, che conteneva tutto intero l' uno dei due organi elettrici, lasciando intatta, e naturale l' altra, che conteneva l' altro organo

 unito

unito a tutta intera la testa. Cercando indi i segni elettrici sì nell' uno, che nell'altro, lo trovai in quello rimasto unito naturalmente all' animale, ma nell' altro staccato non mi fu possibile di rinvenirne. Dunque dissi io allora meco stesso: la separazione di questo organo elettrico dal cervello mediante il taglio dei nervi gli toglie ogni elettricità: sembra egli adunque assai verisimile, che tale elettricità gli venisse dal cervello. Ma non volli affidare a questo solo esperimento la decisione della cosa, mentre divenendo egli un tal corpo separato dall' animale un corpo morto, poteva più per la mancanza della vita, che per altra cagione essergli tolta ogni forza elettrica.

Ad un altra Torpedine pertanto recisi immediatamente il solo capo, restando in essa i detti organi intatti attaccati all' animale, che dava non oscuri segni di vita, e verisimilmente proveduto ancora di qualche circolo. Perciò sebbene a ragione non si potesse credere, che fosse in essi organi estinta ogni vitalità, pure cessò in ambidue ogni, benchè minimo indizio di elettricità o pungente, o scuotente.

Parvemi allora che l' esposta congettura acquistato avesse un grado assai maggiore di probabilità, e direi quasi di verità, pure non fui ancora pienamente quieto, e soddisfatto, riflettendo che se questi segni d' elettricità venissero da una elettricità determinata all' escita, e al giro, dal volere, e dall' arbitrio dell' animale, potevano essi mancare in questo esperimento, non per ragione di esser tolto l' organo che la separava, o sia il cervello, ma per esser tolta ogni forza di volere, che sembra pure esser congiunta colla presenza, ed integrità di esso cervello. Quindi è che in un altra Torpedine tentai la cosa con quest' altro metodo. Svelsi prima dalla medesima il cuore, indi esaminai diligentemente, se più dava alcun segno di elettricità. Mi avvidi darne benissimo, e maneggiandola provai scosse, ed irritamenti benchè piccioli; apersi allora all' animale immediatamente il cranio, e ne recisi il cervello; cessarono sul momento i detti segni di elettricità, nè fu più possibile l' eccitarne alcuno.

Questo esperimento sembrò a dir vero più concludente d' ogni altro; mentre dimostrava non dipendere la presenza dell' elettricità dalla forza della vita; mentre qual vita attiva potevasi a ragione attribuire all' animale senza cuore? nè dal volere, ed arbitrio; mentre qual liberi uso si può supporre di

questa

questa facoltà nell' animale o morto, o giunto ai confini di una vita minima? Ma faceva trar origine la rimasta elettricità solo dalla presenza, ed integrità del cervello, tolto il quale, era tolto ogni segno di elettricità, e non così o tolta la vita, o tolta la forza dell' arbitrio, e del volere. Tuttavolta a dimostrare la cosa anche più chiaramente, e con maggior certezza pregai il suddetto Sig. Battaglioni, che rinovasse lo sperimento della estrazione del cervello ad una torpedine viva, con tutta la destrezza sua, onde il circolo del sangue soffrisse la la minor alterazione possibile. Mi compiacque egli cortesemente, e con tale circospezione, e diligenza trasse dall' animale il cervello che riposto nell' acqua non solo si mosse esso prontamente, ma vi guizzò quasi al naturale: non ostante però tanto vigore di forze di circolazione, e di vita non gli fu possibile l' ottenere dal medesimo alcuno degl' indicati segni di elettricità.

Dopo queste prove chi può tuttavia dubitare che il fabbricatore, e il raccoglitore di tale elettricità del sangue non sia il cervello, e i nervi non ne siano i naturali conduttori? Perisce certamente affatto l' ipotesi di quelli che hanno supposto, che il sangue fregando i nervi che sono intimamente sparsi, e diffusi per gli suddetti organi, e che sono siccome essi hanno congetturato di natura idioelettrica, sviluppi dai medesimi, e separi l' elettricità suddetta, recando a rinforzo di detta loro ipotesi la maggior grandezza del cuore delle torpedini dotate di tale elettricità, a preferenza delle rane, delle quali esse sono una specie, e che sono di questa elettricità mancanti. Posciachè nello sperimento rinnovato dal Sig. Battaglioni il circolo del sangue nei detti organi, e nervi corrispondenti rimaneva pur tuttavia se non nel pieno suo vigore, pure con molta forza; eppure niuna elettricità restava nei suddetti corpi. Che se accordar si voglia alle Torpedine un cuore più ampio, e un numero maggiore di vasi per lo sviluppo della elettricità dal sangue, perchè questo stesso sviluppo, e questo stesso fine, non se gli può concedere nel cervello? Ma qui potrebbe forse objettar taluno, se dunque una tale eletricità separasi dal sangue mediante l' organo, o sia la macchina del cervello, come poi sarà egli, che svelto il cuore, e per conseguenza tolto il circolo del sangue, rimanga tuttavia qualche elettricità? Certamente il corso del sangue al cervello o è impedi-

to affatto, o non è mai tale, pel cui moto, ed attrito si possa supporre separarsi da esso sangue l' elettricità.

Voi ben vedete, dottissimo Amico, in primo luogo, che una tale objezione hà luogo egualmente rispetto alla separazione di essa elettricità, che vuolsi dai nervi degl' organi elettrici, mentre in questi ha luogo egualmente, e forse più l' esposta mancanza di circolo. Conoscerete poi in secondo luogo, che è cosa ben diferente il non potersi, mancando il circolo del sangue separare attualmente dal medesimo nuova elettricità, e il non poter restar trattenuta, e cumulata nel cervello una qualche porzione della di già separata: l' estinto circolo del sangue può togliere al cervello la prima facoltà, non può impedir l' altra. Anzi questi stessi esperimenti, in uno de' quali svelto il cuore rimane pur anche alcun vestigio di elettricità, nell' altro estratto il cervello, immediatamente non ne rimane neppur ombra, sembrano vieppiù confermare, che dal sangue si sviluppa nel cervello l' elettricità, o che esso è poi, che separata la mantiene, la raccoglie, la modifica forse in parte, e sì modificata la distribuisce per mezzo de nervi in gran copia ai suddetti organi elettrici.

Provata pertanto l' esistenza di questa particolare elettricità nella Torpedine, la separazione, e raccolta, che ne fa il cervello, e la difusione, e distribuzione agl' organi elettrici per mezzo de nervi, che ne addivengono in conseguenza i soli veri, e naturali conduttori, vengo ora colla scorta dell' analogia, e di nuove osservazioni a dimostrarvi lo stesso ancora relativamente alla comune elettricità animale.

La Torpedine oltre l' elettricità tutta sua propria, e naturale, contiene in se anche quella che appartiene ai muscoli, e che potrebbe dirsi muscolare, comune a tutti gl' animali. Infatti oltre l' essere i suoi muscoli, e nervi in tutto simili a quelli degl' altri animali, massimamente a sangue freddo ne viene in conseguenza d' una tale simiglianza il medesimo fluido operatore delle loro funzioni; se questi stessi muscoli, come per esempio quelli, che si incrocciano nel ventre si armino con armature metalliche eterogenee, e a queste si applichi l' arco metallico, si contraggono per tale artifizio non meno che i muscoli degl' altri animali; poco, o nulla poi se le dette armature siano omogenee; per nulla assolutamente se l' arco venga interrotto da qualche sostanza coibente: fenomeni tutti, e

pro-

proprietà che appartengono come vi è noto alla eletricità muscolare comune a tutti gli animali. Ma in quanto alle armature metalliche eterogenee, permettetemi ch' io qui faccia una piccola digressione, e vi raconti un fenomeno che mi ha non poco sopreso. Mi servii delle armature eterogenee applicate quando al dorso, quando al ventre, l' una o sopra, o in vicinanza di un organo elettrico, l' altra o sopra, o in vicinanza dell' altro. Ne collocai similmente l' una sopra il dorso, l' altra sopra il ventre in luoghi corrispondenti ai suddetti organi, di modo, che l' una apparteneva alla superficie superiore, l' altra all' inferiore dello stesso organo; finalmente adattai l' una di queste armature ad uno dei nervi scoperti di uno dei detti organi, l' altra all' organo stesso nudato degl' integumenti; ne mancai in fine anche di porla allo stesso nervo a qualche distanza l' una dall' altra, e con mia meraviglia non trovai usando dell' arco, o metallico, o formato dalle mie mani, e braccia il minimo accrescimento di forza, e di energia nell' elettricità dei detti organi, e nel dare le scosse, o nell' eccitare la sensazione di scintilla. Or in questo fenomeno a me sembra doversi ravvisare, ed un nuovo carattere della elettricità propria della Torpedine, ed un altro non lieve argomento, che le armature metalliche son quelle, che sbilanciano l' elettricità, ne ve ne somministrano della propria, ma solo atte sono ad accrescere alcun poco la forza dell' elettricità, allorchè è debole, il quale accrescimento non si facilmente apparisce allorchè l' elettricità è di sua natura forte, e gagliarda, siccome è la propria della Torpedine, ma si manifesta comodamente nella comune elettricità muscolare degli animali per essere questa molto più debole, e forse diversamente modificata. Mi è sembrata non inutile cosa avvertire una tale differenza perchè forse esaminata più a fondo con nuove riflessioni, e nuovi esperimenti potrebbe un giorno condurre a rischiarare vieppiù l' indole, e la natura tanto della elettricità propria della Torpedine, che della comune animale, che essa pur possiede.

Or tornando in carriera dopo aver dimostrata l' esistenza di queste due elettricità nella Torpedine, di una sua propria, e particolare, e dell' altra comune a tutti gli animali rimaneva a cercarsi se comune fosse ad ambedue l' elaboratorio, se comuni fossero i conduttori, oppure se ciascuna avesse i suoi proprii, e particolari. Mi posi pertanto con ogni diligenza a cercare, e

ad

ad esaminare in primo luogo l' origine degl' altri nervi, e di quelli singolarmente, che si portano ai murcoli per veder pure se essa era differente da quella osservata ne' nervi degli organi elettrici; ma ritrovai che ella era la stessa, mentre si questi, che quelli partono egualmente dalla sostanza medollare del cervello. Inoltre da quei due corpi da cui nascono i nervi degli organi, nascono pure altri nervi, che ad altre parti si portano, ne in questa loro origine si può riscontrare nè coll' occhio nudo, nè con acuto microscopio alcuna sensibile differenza di forma, di sostanza &c. Accertatomi della uniformità, e dell' origine sì degl' uni, che degl' altri nervi passai in secondo luogo ad esaminare questi stessi con tutta l' attenzione possibile, e cogli stessi presidj per iscoprir pure se vi avea fra i medesimi alcuna rimarchevole differenza. Ma niuna ve ne trovai; l' abito esterno, il colore, la consistenza, la sostanza, tutto si osservava lo stesso, sì nei nervi dei detti organi, che negl' altri che si diramavano ai muscoli. Non pago di questo esame, e di questa osservazione, benchè fatta co' mezzi più semplici, e più atti in conseguenza a scuoprire con verità la natura della cosa, non potendo indurre la menoma alterazione nelle parti, che si osservavano, passai alla sezione anatomica, ed indi all' uso della macerazione. Veruno di questi mezzi m' indicò la minima differenza; poichè in quanto alla sezione, questa mi dimostrò la medesima sostanza e tessitura si negl' uni, che negl' altri: lo stesso fece pure la macerazione: essa non dimostrò differenza alcuna di struttura di sostanza frà i nervi degl' organi elettrici, e gli altri. E' dunque la stessa origine dei nervi, che vanno ai suddetti organi, che di quelli che si diramano alle altre parti, ed ai muscoli; è pure la stessa la fabbrica, la sostanza si degl' uni, che degli altri: dunque convien dire, che sia pur anche lo stesso l' uso, e l' offizio loro, e in conseguenza anche lo stesso il fluido, che ricevono dal cervello, e che conducono alle parti, nelle quali pongon termine. Ma relativamente a quelli, che vanno agl' organi elettrici, è dimostrato esser questi conduttori di un fluido elettrico; dunque lo stesso esser deve relativamente a quelli che si portano ad altre parti, ed a quelli che si diramano ai muscoli,

Ma a mostrare anche vieppiù questa somiglianza, anzi identità di fluido tanto nei nervi dei suddetti organi, quanto in quelli de' muscoli, non vi dispiaccia, ch' io quì vi rechi

un

un osservazione fatta dal chiarissimo Signor Girardi, e da me pure rifatta con tutta la diligenza, e riscontrata verissima, ed esattissima. L' osservazione è la seguente:

Separando con tutta la dilicatezza, e destrezza possibile l' ultimo pajo de' nervi degl' organi elettrici, e seguendo le varie sue diramazioni, se ne riscontrano alcune, che partendo dal medesimo pajo vanno ad inserirsi ne' muscoli del dorso; io stesso osservai, che dal primo pajo di questi nervi alcuni rami nelle loro divisioni si portavano ai muscoli della testa; gli stessi nervi pertanto danno rami sì ai suddetti organi, che ai muscoli: si dovrà egli adunque credere, che il medesimo nervo contenga due sottilissimi fluidi d' indole diversa, e che questi due fluidi differenti scorrano contemporaneamente pel medesimo nervo? o non sarà egli assai più secondo ragione, e più consentaneo al vero, che un solo vi scorra della medesima natura? e siccome questo è dimostrato elettrico rapporto agl' organi, così lo sia pure rapporto ai muscoli. Che se si ritrova una notabile differenza, come realmente si scorge fra quello, che è ne' muscoli, e quello che è ne' corpi elettrici, dimostrando questo più decisi caratteri, e più marcati di una vera elettricità, che l' altro, perchè ciò non può, anzi perchè non devesi egli a buona equità attribuire piuttosto alla maggior copia, con cui vien portato agli uni, anzi che agli altri, ed alla diversa modificazione, ed elaborazione, che soffre piuttosto negli uni, che negli altri?

Infatti l' osservazione anatomica, e l' oculare inspezione non dimostra ella questo stesso mio giudizio evidentemente? Qual copia di nervi infinitamente maggiore non si porta agli organi elettrici, di quello che ai muscoli? Qual sostanza, qual struttura, qual fabbrica non hanno essi totalmente diversa da quella de' muscoli? Or perchè non vorremo noi da queste vere, e reali, e tanto insigni differenze riconoscere piuttosto le diverse proprietà del fluido, ch' esiste ne' medesimi, che immaginarle o nel cervello, o nei nervi, in cui tutto è perfettamente simile? Una prova di questo stesso a mio giudizio quanto mai convincente ne ottenni dal seguente esperimento.

Trovando tanta forza di elettricità negli organi più volte nominati di questo animale, che per mezzo di essi si ottiene, e marcata sensazione di scintilla, e persino di scossa elettrica,

niente

niente ricercai con maggior studio, e diligenza che di provare ciò, che avvenisse comprimendo, e tagliando alcuno di que' grossi cordoni nervosi, che si trasferiscono ai medesimi organi, lo che determinai di fare nel primo pajo, o cordone dei suddetti nervi, come quello, che scorrendo sopra una cartilagine è perciò il più atto ad esser compresso, e tagliato; m' accinsi pertanto su di questo all' opera divisata, non senza qualche timore di ricevere una forte scossa nella mano, che tenevo a bello studio sopra l' organo elettrico corrispondente al suddetto cordone nervoso. Quand' ecco con non poca mia sorpresa fortemente, e replicatamente compresso contro la detta cartilagine il surifferito cordone, ed in fine tagliatolo, non solamente non ebbi la consueta gagliarda scossa, ma neppure la minima sensazione o di scintilla, o di altra elettrica impressione. E d' onde può nascere un sì straordinario, ed inaspettato fenomeno, se non dall' essere il fluido contenuto nei nervi di questi organi, prima che sia dai medesimi cumulato, ed elaborato lo stesso affatto, che quello che scorra negl' altri nervi, incapace perciò di risvegliare la menoma elettrica sensazione? Onde ne viene per indubitata conseguenza che tutta la varietà fra questo fluido raccolto in detti organi, e quello contenuto nei muscoli, nasce realmente dalla diversa struttura, ed organizzazione delle parti, che lo ricevono; altre delle quali lo raccoglieranno, e modificheranno in una data maniera, le altre in altra.

Che se voi, dottissimo Amico, mi chiedeste in che io pensi consistere questa supposta diversa elaborazione, e modificazione, vi confessarò ingenuamente di non saperlo: vi dirò solo, che nei corpi elettrici sembra il fluido nerveo elettrico avvicinarsi più alla natura della comune elettricità, di quello faccia ne' muscoli; e che perciò volendo pure azzardare una qualche congettura sopra questa differenza, non par fuor di ragione, che ella nasca da un maggior cumulo di questo fluido elettrico animale fatto nei detti organi per la straordinaria copia di nervi, che ad essi si portano, e per la sorprendente moltiplicità di superficie, che avvi in essa, atteso quegl' innumerabili piani, che dicemmo formare i prismi dei quali son composti i suddetti organi. Alla qual cagione se si aggiungesse ancor quella della diversa carica di ciascuna delle dette superficie, siccome alcuni non senza qualche fondamento hanno creduto,

duto, chi non vede quanto verrebbe ad accrescersi la forza del fluido elettrico ne' detti organi, a preferenza di quello contenuto ne' muscoli? Potrebbesi forse anche congetturare, che il medesimo fluido soffrisse ne' muscoli una particolare elaborazione, e combinazione con qualche altro principio animale, per la quale mostrasse un' indole diversa. Che se mi fosse lecito avanzar anche più oltre la congettura, sarei volto a sospettare, che questo fluido dal cervello separato nella dimora che fa ne' corpi elettrici, oltre l' accumularsi in questi, si spogliasse ancora d' alcun principio, che ricevuto dal cervello seco portava pei nervi; e così più puro divenisse, e più somigliante alla elettricità comune.

Ma ritornando alla proposta somiglianza, ed analogia del fluido, che scorre pei diversi nervi della torpedine, che dovrà dirsi se in quelli singolarmente, che vanno alla cute si riscontrino i più decisi caratteri di una vera elettricità in tutto simile a quella degli organi? Eppure questo è ciò che mi hanno dimostrato nuove sperienze fatte da me alla stessa occasione su la Torpedine, le quali tosto passo a descrivere. Cominciai a tagliare in varj luoghi la cute con piccoli tagli; così profondai le ferite tanto che giungessero a penetrare la sostanza muscolare, e ad ogni ferita, o piccola, o grande, o superficiale, o profonda provai nella mano che teneva applicata alla superficie dell' animale allorchè coll' altra lo feriva, l' ingrata sensazione or di scintilla, or di scossa.

Questi fenomeni succedevano fatte le ferite, tanto nel dorso, che nel ventre, tanto nella coda, che nella testa, tanto da un lato dell' animale, quanto dall' altro, se non che sembravami maggiore la sensazione allorchè tagliava la cute, e la separava dalle sottoposte parti, che quando feriva qualunqu' altra parte, e maggiori eziandio allorchè il taglio, e la divisione di essa cute, cadevano sopra, od in vicinanza degli organi elettrici. Ora alla vista di questi fatti a me sembra si possa argomentare non senza verità, e sicurezza di questa maniera. Se dunque ad ogni ferita fatta in qualunque luogo, e massimamente nella cute, corrisponde uno scagliamento di elettricità; e se questo stesso scagliamento fassi anche naturalmente pel solo arbitrio, e determinazione dell' animale, senza che sia egli ferito, o tocco, come quando lancia l' elettricità ai pesci, che gli si avvicinano per intormentirli, e prenderli

per sua esca, fa di mestieri, che i conduttori, da cui esce questa stessa elettricità, siano sparsi per tutto l'animale; che sieno inoltre in numero maggiore nella cute; di più che comunichino cogli organi elettrici, ai quali solo appartiene la separazione di una tale elettricità; e finalmente che sieno sottoposti all' impero della volontà. Or tutte queste qualità, e condizioni in quali parti troverem noi fuorchè nei nervi? Saran dunque questi i veri naturali conduttori di questa elettricità; ma questi nervi sono quegli stessi, parte de' quali si distribuiscono, e si diramano ai muscoli, e parte alla cute; scorre dunque certamente quest' elettrico fluido non solo pei nervi degli organi elettrici, ma anche per quelli dei muscoli, e della cute; dal che ne nasce una quanto giusta, altrettanto meravigliosa, ed inaspettata conseguenza, cioè, che i suddetti nervi atti sono a condurre una doppia elettricità; quella cioè comune a tutti gli animali che preparata nel cervello si porta ai muscoli, ed ai nervi della cute, siccome abbiam supposto nel nostro comentario, e quella che è propria della Torpedine, e più si avvicina co' suoi caratteri alla vera elettricità comune, Anzi a proposito di questi caratteri un' altro ne' scopersi in quest' elettricità della Torpedine, il quale vieppiù ne assicura di quanto abbiamo ora congetturato, e nello stesso tempo ne reca una nuova prova, che sia ella della stessa natura, o s' avvicini quanto mai alla comune, e volgare elettricità.

Questo carattere io vengo ora esponendovi, come quello, che mi sembra degno di tutta l'attenzion vostra. Consiste egli nella forza stimolante che ha l'elettricità della Torpedine in tutto simile alla forza stimolante della comune elettricità: Eccovi gli esperimenti, coi quali scopersi un simil carattere. Avendo preparata un Rana nella consueta maniera, l' applicai sopra il dorso della Torpedine estratta fuori dell' acqua, e collocata su d' una tavola. E questo feci per osservare, se quando io sentiva la scossa, o la sensazion di scintilla, la rana si fosse contratta: Quand' ecco, che appena la suddetta rana poggiò su la torpedine, cadde ella tosto in fortissime, e violentissime contrazioni, prima che io m' accingessi ad averne la scossa. Si calmavano alcun poco, e spontaneamente queste convulsioni, ma poi tratto tratto naturalmente insorgevano, senza che punto io toccassi la Torpedine. Cangiai situa-

tuazione alla rana, ed ora su la coda di esso animale la collocai, ora sul capo, ora sul ventre, ora sugli organi elettrici, ora sui lembi del suo corpo; e in ognuno dei detti luoghi la rana si commoveva gagliardamente. Piacquemi allora di servirmi per l'esperimento in vece di una sola rana, di molte applicate parimenti in diverse parti della superficie del corpo della torpedine, e con direzioni diverse; e mi riescì d' un giocondo spettacolo il vederle tutte ad un tempo muoversi, e direi quasi saltellare. Finalmente mi venne in pensiere di collocare queste stesse rane non già su l'animale, ma su la tavola medesima, in cui egli giaceva, poco distanti dal medesimo, ed eccole muoversi, e contorcersi tutte, come quasi avessero toccato l'animale immediatamente, quantunque non comunicassero col medesimo, che per mezzo dello strato d'acqua, di cui si era bagnata la tavola nel collocarvi la torpedine. Voi ben potete immaginarvi, che tutti questi fenomeni, e queste contrazioni accadevano nelle rane non solo egualmente, ma con forza molto maggiore, se io avessi toccata, ed irritata la torpedine, e ne avessi dalla medesima ricevute la sensazione di scintilla, e molto più la scossa. Ma come chè in tutti questi casi io poggiava le rane su la torpedine, o su l'umidità, che con lei comunicava parte coi nervi, e parte coi muscoli, così ad assicurarmi se pur queste contrazioni dipendessero dalla elettricità della Torpedine condotta in giro per la rana, o solamente scagliata contro di essa, presi pei piedi una rana preparata, e la posi col canal vertebrale ad un solo, e semplice contatto, quando con una, quando con un' altra parte del corpo dell' animale; apparvero tosto, e di egual vigore le consuete contrazioni ad ogni, e qualunque contatto. Replicai l'esperimento tenendo fra le dita in vece de' piedi della rana, il canal vertebrale, e ponendo a contatto dell' animale quelli in vece di questo; l'esito fu lo stesso. Finalmente volli provare ancora, se avveniva lo stesso tenendo sospesa la rana non colle dita, ma con qualche corpo coibente, come con filo di seta ben asciutto; il fenomeno a tal cangiamento di cose punto non cangiossi. Da tutti questi fatti voi ben vedete, se mal non m' appongo, posta non solamente in piena luce, e sicurezza la facoltà stimolante del fluido elettrico della torpedine totalmente simile a quella della comune elettricità, ma confermata vieppiù inoltre l'analogia dell' e-

lettricità della torpedine con quella di un quadro magico: mentre se si ritentino i medesimi esperimenti su d' esso quadro magico alcun poco caricato, li stessi stessissimi fenomeni accadono costantemente. Ma un' altra conseguenza ancora da questi stessi sperimenti ne nasce non poco interessante, ed è che esce costantemente da ogni punto della cute della torpedine, e verisimilmente dall' estremità de' nervi della medesima il suddetto fluido elettrico, benchè in piccolissima copia, ed atto solo colla sua forza a stimolare i nervi delle rane, ed eccitare in esse i moti muscolari, e non già o la sensazion di scintilla, o la scossa in chi la tocca: mentre accadevano questi moti anche allorquando applicando io le dita alla Torpedine, non sentiva nè l' una, nè l' altra; onde confermasi anche da questo fatto essere le rane di simil maniera preparate un elettrometro animale de' più squisiti, che abbia inventato l' arte. A questo elettrometro pertanto noi dobbiamo la cognizione di quei minimi gradi di elettricità della torpedine, che fin qui ci erano stati occulti. Ed infatti quando cessa ogni indizio della suddetta elettricità tratto dalla sensazione della scossa, o della scintilla, questo elettrometro continua a manifestarcela, lo che avviene singolarmente nelle torpedini semivive, o da pochi momenti estinte.

Ma tornando alla forza stimolante di questo fluido elettrico della torpedine, io non fui contento di sperimentarla solamente su de' nervi, ma volli provarla ne' muscoli ancora, e nel cuore singolarmente. A tale effetto pertanto posi sul dorso della torpedine in varj luoghi alcuni muscoli recentemente staccati di una rana, e vi collocai similmente il di lei cuore allorchè avea egli cessato di battere; ma non mi occorse di vedere nè in quelli, nè in questo alcun moto stando la Torpedine in quiete, nè vibrando essa alcuna sensibile elettricità, benchè nello stesso stato dell' animale, e tanti, e sì gagliardi ne' medesimi muscoli si eccitassero, come vi significai, allorchè poggiarono su d' essa Torpedine coi loro nervi. Ma se poi irritando io la medesima l' avessi indotta a scagliare fuori di se la sua elettricità, ecco tosto cadere in contrazione i suddetti muscoli, e il cuore, massimamente se fossero stati vicini al luogo, da cui io col contatto, o coll' irritamento avessi determinato l' animale a slanciare l' elettricità. Una singolar differenza però

rimar-

rimarcai tra l' eccitato moto dei muscoli, e quello del cuore, e questa fu, che i muscoli si movevano, e contraevano nel momento stesso, che fuori esciva dall' animale l' elettricità, ed io sentiva, o la scintilla, o la scossa; ma il cuore soltanto qualche momento dopo.

Un' altra particolar differenza ancora ebbi occasione di osservare nella forza di questa elettricità applicata or al cuore, ed ora ai suddetti muscoli, e questa si fu, che ove tal forza fosse assai languida ella bastava bensì ad eccitare le contrazioni nei detti muscoli, ma non già a svegliare il moto nel cuore, che si rimaneva nella primiera, e totale sua quiete. Or questi moti indotti nei muscoli, e nel cuore dallo stimolo dell' elettricità della torpedine, e queste stesse differenze stabiliscono un nuovo punto, e fin quì sconosciuto di analogìa fra l' elettricità di questo animale, e la comune, il più perfetto, che desiderar si possa: mentre se si applichi ai suddetti muscoli, ed al cuore già posto in quiete, una leggier scintilla, od una piccolissima torrente della comune elettricità, si eccitano appunto li stessi moti, e colle stesse differenze.

Per convincersi di questo basta disporre in serie alcuni muscoli degli arti, e frapporre a questi un cuore già posto in quiete di una rana, indi far passare per questa serie di parti muscolari una piccolissima torrente di elettricità tratta, o da un piccolo filo metallico applicato al conduttore della macchina, o da una piccolissima boccia di Leida leggiermente carica. Al momento del passaggio di detta torrente vedrannosi contrarre i soli muscoli; il momento appresso il cuore: e se l' elettricità sarà molto debole, quelli soli si osserveranno accorciarsi, e questo rimanersi affatto immobile. Or quale maggior simiglianza di fenomeni si può egli riscontrare? Vi confesso però il vero, ornatissimo Signore, che la tardanza de' moti nel cuore, e l' inerzia sua alla presenza di uno stimolo sì efficace, qual si è quello della elettricità, mi ha non poco sorpreso, nè ho saputo sì facilmente combinare questo fenomeno colla tanto decantata squisitezza di irritabilità del cuore sopra quella degli altri muscoli, e molto meno colla maggior sua prontezza di contrarsi all' azione degli altri stimoli: non ho saputo trovarvi alcuna spiegazione, se non se ricorrendo per l' una parte allo scarsissimo numero de' nervi che apparten-

gono

gono al cuore in paragone di quelli che si diramano negli altri muscoli: e per l' altra ad una forza, che l' elettricità naturalmente eserciti molto maggiore nella sostanza nervosa, che nella pura, e pretta muscolare. Ma voi col vostro fino, ed acuto ingegno saprete meglio di me, e con più sicurezza penetrare in questi laberinti della natura, e scoprirne gli arcani.

Io passerò intanto a narrarvi alcuni altri esperimenti fatti in quest' occasione su la comune animale elettricità, per scoprire se in essa avesse pur luogo una qualche forza stimolante simile a quella dell' elettricità sia comune, sia propria della torpedine; volendo pertanto in primo luogo ritentare i muscoli, m' avvidi che era inutile il cimentarli a quest' effetto senza l' ajuto de' metalli, mentre se l' elettricità animale colla sola natural forza fosse stata atta ad eccitare le contrazioni nei muscoli stimolandoli, l' avrebbe già fatto probabilmente nei pezzetti di muscolo che formavan l' arco di sopra proposto nella prima memoria: onde non avendo ciò operato in quelli, forse non era neppure da aspettarsi che il facesse nuovi esperimenti tentando. Parimenti non era molto credibile, che ciò avvenisse nel cuore, se realmente la sola elettricità animale avesse fatto da stimolo, mentre avete di già veduto, che l' elettricità della torpedine, e la comune opera più facilmente, e più efficacemente come stimolo nei muscoli sottoposti alla volontà, che nel cuore: onde se negli esperimenti di sopra riferiti la sola animale elettricità non era stata capace di eccitare il minimo moto ne' muscoli di tal natura, molto meno pareva, che lo dovesse essere rispetto al cuore.

Sospettando pertanto, e prevedendo, che probabilmente sarebbero riuscite a nulla questi esperimenti senza l' ajuto de' metalli, ricorsi ad essi, ed alle armature, come a quei mezzi trovati, e già dimostrati per l' una parte immuni dal sospetto di produrre le contrazioni fin quì proposte per mezzo di una elettricità loro propria, e per l' altra molto atti a rendere assai maggiore, ed efficace l' azione dell' animale elettricità.

In primo luogo pertanto in vece di servirmi di un' arco di sostanza animale, uno ne adoperai di metallo applicandolo con un estremo ai nervi isciatici di una rana preparata nel luogo, ove escono dal canal vertebrale, coll' altro ad un muscoletto, ed al cuore recentemente tratto da altra rana, e già posto in quiete: e questi erano stati adattati a bella posta alla

gamba

gamba corrispondente in guisa che portando su d' essi l' arco, l' elettricità della rana preparata fosse costretta a scorrere pei medesimi per compiere il natural suo giro, ma niun moto nel muscolo, e niuno nel cuore non ottenni.

Tentai in secondo luogo l' esperimento applicando un' armatura di stagno agli stessi nervi nell' indicato luogo, ed allora vidi tosto all' adattamento dell' arco eccitarsi nel muscoletto le ricercate contrazioni, ma non già nel cuore. Avvalorai inoltre vieppiù le forze della torrente elettrica usando due armature eterogenee in vece di una sola ed omogenea, applicandone cioè oltre a quella di stagno di già proposta, una di ottonella all' estremo del muscoletto; usato nuovamente l' arco si contrasse allora non solo il muscoletto, ma il cuore eziandio pulsando una, o due volte. Passato qualche intervallo di tempo rifeci l' esperimento, e vidi accorciarsi bensì manifestamente il muscoletto, ma per nulla muoversi il cuore. Dubitai allora, che questo avvenisse perchè il muscolo riceveva il primo, ed immediatamente l' impulso della torrente elettrica; quindi cangiai sito alle parti, e misi il cuore prima del muscoletto, e sovra di esso collocai l' ottonella; apposi a questa l' arco, ma non perciò si mosse punto il cuore, bensì il muscoletto, ch' era al di là. Finalmente per convincermi anche vieppiù della maggior prontezza dei muscoli, che del cuore a risentirsi della azione della torrente elettrica animale, in vece di un muscolo solo, due ne posi in opera, e frapposi ad essi il cuore; armato il primo colla stessa ottonella, e sovra d' esso portato l' arco, osservai con piacere contorcersi, non che il primo, ma il secondo ancora, ed il frapposto cuore restarsi immobile ed insensibile allo scorrere per esso della torrente elettrica: Variai questo stesso esperimento in altra maniera ancora, rendendolo più facile, e più spedito, e più breve d' assai, ed immediato il cammino della elettricità: adattai cioè la stagnetta non più ai nervi della indicata rana, ma immediatamente ad uno dei detti muscoletti, ed all' altro l' ottonella, collocando fra essi siccome prima il cuore; portai indi le estremità dell' arco su le dette armature; ma l' esito dello sperimento fu il medesimo: si mossero cioè i muscoletti, ma il cuore si rimase nella sua total quiete, ed inerzia.

Rifeci varie e varie volte questi stessi sperimenti ado-

prando

prando armature più efficaci come di zinco, e di argento, e fu cosa costante il muoversi de' muscoletti, e lo starsi fermo del cuore, ove egli non fosse stato tratto recentissimamente dall' animale, ossia ove la sua forza non fosse stata molto vigorosa, lo che difficilmente poi accader poteva nello stato di quiete, in cui uopo era, che di già fosse rimasto per tentare l' esperimento.

Ebbi anche occasione in quest' esperimenti di osservare, che le poche volte, che si moveva, e pulsava, ciò avveniva qualche momento dopo, che per esso era passata la torrente elettrica, tutto all' opposto di quello, che avveniva ne' muscoli, i quali al passaggio per essi della medesima, prontamente, ed immediatamente si muovevano. In somma a raccor tutto in breve, voi avrete potuto rilevare da tutti questi sperimenti, che i fenomeni della forza dell' animale elettricità relativamente all' azion sua su de' muscoli sono affatto gli stessi, che quelli della comune elettricità, o dell' elettricità della Torpedine, e che in conseguenza uopo sarebbe di accordare alla suddetta animale elettricità la stessa forza stimolante. Ma volli sostenere anche per poco il mio assenso finchè avessi cimentato con simili artifizj anche i nervi, come i più sensibili all' irritamento, che non i muscoli stessi.

Feci pertanto il seguente esperimento. Composi un' arco di pezzetti di muscoli simile a quello, che vi proposi nella prima memoria, il quale partisse dal nervo isciatico di una rana preparata, e si portasse alla coscia corrispondente. Interruppi a bello studio quest' arco allontanando un pezzetto di muscolo dall' altro; stesi di poi trasversalmente, e condussi dall' uno all' altro di questi pezzetti un nervo parimenti isciatico di un' altra rana similmente preparata, e ve lo adattai in modo, che una porzione di esso nervo restasse di mezzo fra un pezzetto, e l' altro, e ne compisse l' arco interrotto, rimanendo per tal maniera fuori del medesimo arco ambe le gambe di questa seconda rana preparata; allora alzai uno degli altri pezzetti muscolari, che formavano il suddetto arco, e lo feci cadere sul pezzetto corrispondente, onde potè compirsi l' arco prima interrotto alla maniera, che vi narrai nella prima memoria. Al contatto che avvenne di questi due pezzetti nella caduta dell' uno sovra dell' altro, ossia al compimento dell' arco, nacquero tosto le contrazioni, e vigorose non tanto

nella

nella rana, a cui era applicato l'arco suddetto muscolare, ma in quella eziandio, il cui nervo formava, come dissi, una porzione di arco. Or sembrava certo che in questo esperimento la torrente elettrica della prima rana volendo compiere il suo giro dal nervo al muscolo, essendo costretta di passar tutta per la porzione intrapposta del nervo della seconda, quella fosse, che per mezzo di questo passaggio ne eccitasse in in questa per via di stimolo le contrazioni. Ma riflettendo però, che neppure nel nervo collocato a traverso de' muscoli potevasi assolutamente escludere la presenza, e l'azione dell' arco, che allo stesso nervo faceva la serie dei pezzetti di muscolo uniti al tronco dell' altra rana, la cui elettricità ponevasi in giro, giudicai necessario prima di ammettere la forza stimolante di detta elettricità, di provare, cosa avvenisse rifatto l'esperimento dopo che fosse estinta ogni forza di moversi nel tronco della prima rana e rimanesse ella pronta, e vegeta in quella contro il cui nervo si dirigeva da prima la torrente dell' altro, poichè se anche in tal caso si fossero destati in quest' ultimo tronco i consueti moti, era fuor d'ogni dubbio, che essi dipendevano dalla forza dell' elettricità sua propria condotta in circolo dall' indicato arco, e non mai dallo stimolo dell' elettricità del primo, che o mancava affatto, o era totalmente inerte. A tale effetto aspettai, che per la lunghezza del tempo scorso dopo la preparazione niun moto si eccitasse nella prima rana, neppure col presidio delle armature eterogenee, e dell' arco metallico: poi tosto preparai l'altra, e la sottoposi al cimento. Si svegliarono in questa i consueti moti egualmente che se si fossero avute le contrazioni nella prima. Che più? Avveniva lo stesso se in vece della rana, in cui era estinta ogni facoltà motrice, si adoperasse un qualunque altro pezzo di sostanza animale inetta al moto, come un pezzo di pelle per altro ben umida e molle. Ecco tolta pertanto ogni ragione di stimolo all' elettricità animale condotta in questi esperimenti contro de' nervi, e comprovata con quest' ultimo fatto vi ppiù la forza, e la legge dell' arco, e dimostrato sempre più il circolo che fa naturalmente senza alcun presidio de' metalli. Per confermare però anche maggiormente questo stesso sembrava, che fosse stato di sommo rilievo il venir in chiaro di ciò, che succedesse esclusa per quanto fosse possibile qualunque azione di arco: a tale oggetto

feci

feci il seguente esperimento. Presi due armature eterogenee, un pezzo cioè di zinco, ed una moneta di argento: al pezzo di zinco, legai un filo di canepa ben molle, e zeppo di acqua, questo stesso filo affidai, e legai ad un altro simil pezzo di zinco in modo che rimanesse buon tratto del medesimo filo libero fra i detti due pezzi; applicai l' uno di essi pezzi ai nervi d' una grande, e ben robusta rana al solito preparata, indi avendo adattata la moneta d' argento ai muscoli, posi in vicinanza di essa, e collocai in modo l' altro pezzo di zinco, che rimanea fuori dell' animale, onde il filo formasse porzione di arco; ma nel formarlo rimanesse sollevato dal piano sottoposto; ciò, che è facile ad ottenersi servendosi di due pezzi alquanto grossi di zinco, e procurando di tener teso il suddetto filo. Attraverso poi di esso filo posi il nervo di una gamba di altra rana preparata, cosìchè la torrente elettrica della prima, passando nel suo giro pel detto filo, urtar dovesse contro il suddetto nervo; in tal modo accomodate le cose misi a contatto il detto pezzo di zinco libero, e fuori dell' animale colla moneta; ecco che compiendosi allora l' arco, si ebbero tosto le contrazioni della rana armata, e pronte, e vivaci, ma nella gamba, il cui nervo stava sopra il filo, niuna affatto. Replicato più volte l' esperimento l' esito fu lo stesso; cercai a bella posta, che la sola, e predetta estremità del reciso nervo poggiasse sopra il filo, acciochè la torrente fosse costretta di percuotere nel suo passaggio la parte midollare singolarmente di esso nervo; ma non variò per questo l' esito dello sperimento: rivolsi la detta estremità quando contro l' armatura de' nervi, quando contro quella de' muscoli, cosìcchè la detta estremità fosse ora a seconda della direzione di essa torrente, ed ora in senso contrario, ma fu vano ogni tentativo, niun moto si destò mai nella gamba. Lo stesso mi accadde di osservare adoperando un filo metallico in vece di quello di canepa. Resi anche l' esperimento più facile e più spedito collocando il nervo a traverso di un sottilissimo arco metallico, che applicavo alla consueta maniera alle due armature metalliche eterogenee dell' animale, ma non perciò fu diverso il risultato dello sperimento. Questi fatti mi persuasero maggiormente della insufficienza dell' elettrica torrente animale, benchè avvalorata dalla forza delle armature eterogenee, ad eccitare per mezzo dell' irritamento fatto al nervo le contrazioni

musco-

muscolari; poichè sicuramente non può la suddetta torrente in questo caso non investire la porzion di nervo, che poggia sul filo, e sull' arco, e non urtarvi contro; onde se forza avesse di stimolarlo se ne dovrebbon vedere ne' muscoli gli effetti.

Da questi esperimenti trar si possono a mio giudizio due non inverisimili conseguenze; la prima si è, che l' elettricità, che induce queste artifiziali contrazioni non è della comune, ne viene dai metalli, ne come da alcuni si suppone, fa il suo cammino dall' un metal o, all' altro allorchè siano eterogenei; perciocchè ove tale fosse, benchè minima dovrebbe pure irritare il nervo, e col di lui irritamento eccitar le cont azioni, siccome fa costantemente la comune benchè minima diretta coi medesimi artifizj contro il nervo.

In secondo luogo poi inferir si può con assai più di ragione, che molto meno i moti eccitati nell' animal vivente, con questi tali artifizj alla maniera del Volta dipender possono da un irritamento prodotto ne' nervi nell' attraversarli che fa la torrente elettrica, mentre compie il suo giro. Poichè se nulla di simile produce allorchè si incontra in detto cammino nel solo, e semplice nervo isolato da qualunque altra sostanza conduttrice, siccome avviene nell' esperimento poco fa riferito, come potrà poi ciò fare nell' animal vivo e intero? Nel qual caso non può la torrente immediatamente incontrarsi nel solo nervo, ma le conviene urtare prima nelle molte altre parti, si solide, che fluide, le quali naturalmente lo circondano, disperdersi, e non poco, indebolirsi. Lo stesso dicasi pure dell' altro esperimento riferito nella terza memoria, in cui rimanendo il nervo artificialmente nascosto, e sepolto nella coscia di un' altra rana, si hanno ciò non ostante per mezzo dell' arco, e delle armature li muscolari movimenti che per le addotte ragioni par che non si posson ripetere da stimolo. Che se talora nascono pure tai moti nella gamba, su cui si fa lo sperimento, allorchè buon tratto del di lei nervo poggia sopra il filo come alcuna volta mi è occorso di vedere, questo si deve a mio parere ripetere da una specie di arco, che formasi parte dal filo, sia di canepa, sia di metallo, e dalle armature, e parte dal tronco dell' animale preparato, le estremità del qual arco dovendosi riconoscere nella porzione di filo, che tocca il nervo, è chiaro che non può aver luogo l' applicazione loro se non se quando il detto filo tocca in più punti il nervo, co-

 me

me nel presente caso, e non mai quando lo tocca in un solo, come nel primo esperimento.

Avvalora di molto questo mio giudizio l'ottenersi le contrazioni egualmente, e fors' anche con maggior forza, se in vece, che buon tratto del filo tocchi il nervo, si curvi a bello studio il nervo stesso in forma d' arco e si faccia in modo che tocchi il filo in due punti, purchè alcun poco distanti frà di loro. Se nacessero nel primo caso le indicate contrazioni da un maggior numero di contatti del filo col nervo, che determinasse in conseguenza una maggior copia d' elettricità a passare pel nervo, e ad irritarlo, unica strada per dar qualch' ombra di spiegazione al fenomeno nella teorìa del chiarissimo Volta, come potrebbonsi poi tali contrazioni egualmente, anzi più gagliardamente eccitarsi allorchè in vece di molti e molti contatti, due soli ve ne avessero come in quest' ultimo caso?

Ma a convincersi pienamente che tali contrazioni non nascono dallo stimolo della torrente elettrica posta in giro, ma bensì dalla forza dell' arco, basta per l' una parte il riflettere, che elleno insorgono, siccome hò più volte osservato, anche in questo caso allorquando è spenta ogni facoltà di moversi nell' animale, la cui torrente si dirigeva contro il nervo; per l' altra che elleno non di rado si ottengono anche solo poggiando destramente il detto nervo prima in un punto, poi in un altro dell' accennato filo, o pure dell' arco metallico adattato a qualunque altro corpo umido all' animale già reso immobile. Questi argomenti, e questi esperimenti a me sembrano per certo affatto escludere la forza dello stimolo della comune elettricità animale, e allo stesso tempo dimostrarci che la facoltà, che hà pure l' elettricità della Torpedine di stimolare, forma un carattere proprio, e singolare della medesima. Ma siatene voi, siccome vi prego dottissimo amico, il sicuro ed imparzial giudice.

Che se qualcuno volesse pure per difendere ostinatamente un tal forza stimolante nella comune elettricità animale ricorrere alla soverchia tenuità della torrente di un nervo di una rana incapace perciò di produrre il preteso stimolo, io mi farei a chiedergli primieramente, come questa pretesa insufficienza di eccitare le contrazioni per mezzo dello stimolo, s' accordi poi colle contrazioni che si eccitano pure costantemente nella rana allorchè per mezzo dell' arco o metallico, o di

pura

pura sostanza animale, si pone in giro l'elettricità? Avvertirei poi per ultimo di avere tentato l'esperimento con animali caldi, e molto più grandi di una rana, come con polli d'India, e di avere diretta la loro torrente elettrica nella maniera di già proposta contro il solo, e nudo nervo di una gamba di una vivace rana, senza ottener mai in essa gamba il minimo moto, se non se allorquando il filo attraverso di cui rimaneva esso nervo avesse fatto arco al medesimo. Forsechè quella elettricità che condotta in giro pe' nervi è bastevole a movere la gamba di un pollo indico, non basterà a dar moto a quella di una piccolissima rana?

Ma io mi lusingo, che si possa anche portar più oltre questo argomento di comparazione replicando l'esperimento, siccome io mi propongo di fare in animali tanto più grandi, come nel Bue, e nel Cavallo. Or egli è tempo di por fine a questa memoria, e di toglervi il tedio, che forse la lunga lettura della medesima vi avrà cagionato; permettetemi solo, che io avverta per ultimo essere necessario per accertarsi della verità del fatto il tentare più volte, e colla maggior diligenza, ed oculatezza simili esperimenti, poichè sono essi così delicati, e tante sono le circostanze che si richiedono si per parte dell' animale, che per parte dell' apparato, che facilmente si può torre allo Sperimentatore l' opportunità di vedere quanto brama.

Una delle circostanze necessaria pel felice esito degli esperimenti si è che il nervo, il quale si pone alla prova, stia sollevato in aria, e non poggi altrimenti come dicemmo sul sottoposto piano coibente: egli è poi altresì dell' estrema importanza, che la porzione del detto piano, la quale resta sotto di lui sia bene asciutta, e libera da ogni menoma umidità; altrimenti o non succederà il fenomeno, o succedendo sarà molto dubbiosa ed incerta la cagione d'onde nasce.

Una tale diligenza relativamente al piano è necessaria in tutti gli esperimenti rifferiti in queste poche memorie che hò l'onore di presentarvi, ed obbliga perciò l'accurato osservatore fatto uno esperimento di non tentare il secondo senza prima averne diligentemente ripulito, ed asciutrato il piano; mentre nel moversi, che fà l'animal preparato per le svegliate contrazioni non può a meno, che non si mutino i di

lui

lui contatti col piano, e quindi che non restino inumidite varie parti di esso, che prima dell' esperimento non lo erano. Trattandosi di esperimenti molto delicati; e da rifarsi forse da persone non così atte allo sperimentare, come voi lo siete, spero che avrete per iscusato il detaglio con cui li ho esposti, e ne vedrete la necessità.

ALCUNE ELETTRICHE ESPERIENZE

DEL CITTADINO ALDINI

Pubblico Professore di Fisica nell' Università di Bologna

AL CELEBRE LA CEPEDE

Segretario dell' Instituto Nazionale di Parigi nella Classe delle Scienze Fisiche, e Matematiche.

§. I. Alle memorie del nostro Professore Galvani già promesse al vostro Instituto Nazionale, aggiungo un altra mia nata dalle autorevoli vostre esortazioni, la quale perciò con animosa fiducia raccomando a Voi. Contiene essa alcuni fenomeni parte risguardanti la teorìa dell' elettricità animale, parte li generali principj elettrici i quali chieggono d' essere posti ad esame dalla Vostra Commissione, la quale nel bilanciare coll' acutezza del suo ingegno la nuova teorìa esposta dal Prof. Galvani, non isdegnerà pur anche di considerare le varie esperienze da me aggiunte per confermarla. Affidate al discernimento di un Celebre Fisico, quale Voi siete, e di dotti Colleghi degni di Voi, potranno le picciole cose mie aspirare alla gloria di riuscir utili alla Fisica, se non per parte di chi le produsse, per la industria, e per la sagacità di chi le avrà perfezionate. Già nella Lettera al Prof. Venturi (che innamorato de' vostri studj trattenete non senza nostra querela troppo a lungo a Parigi) v' accennai la insuperabile resistenza che oppone la fiamma al passaggio dell' elettricità animale: così pure esposi nelle mie due Dissertazioni pubblicate, che le boccie di Leiden, oltre la usata, aver ponno altra forma affatto diversa in cui però si rachiude l' artificio medesimo: finalmente la brama di vedere vieppiù accertate le viste fisiologiche del mio Zio Galvani mi fece desiderare nelle mie annotazioni al suo commentario ulteriori schiarimenti intorno alle elettriche attrazioni. Queste allora fugaci idee, ora per me assicurate con replicati tentativi, e nuove cognizioni formano l' argomento della presente memoria: sia essa una prova della letteraria nostra fraternizzazione, e della molta stima, che tutti a gara professiamo verso del vostro Instituto Nazionale: Eccovi tosto le mie ricerche medesime.

§. II.

§. II. La facilità con cui aveva più volte osservato scorrere l' elettricità animale per varj corpi deferenti, mosse il desiderio di porre ad esperimento la fiamma, la quale a parere dei Fisici ne occupa il primo luogo: mi lusingavo aggiugnere anche per questa strada nuova conferma alla teorìa del Professore Galvani. Appressai pertanto due Conduttori, i quali da una parte communicavano colle due armature applicate ai nervi, e ai muscoli di una rana preparata, erano dall' altra divisi da breve intervallo, talora d' una linea, ed anche meno: era questa interuzione riempita dal corpo di una vivace fiamma. Ecco un arco conduttore composto di diversi corpi deferenti, il quale insieme unisce i nervi, e i muscoli secondo il solito metodo Galvaniano preparati. Pure a mia somma sorpresa ebbi sempre a desiderare le contrazioni, mal soffrendo da principio, che di ciò ne fosse cagione la fiamma applicata, la quale anzi per la singolare sua deferenza, parea avesse dovuto influire non poco al pronto eccitamento delle contrazioni muscolari. Il valente artefice Barometrajo Malagrida variò la mia esperienza in molte guise, facendo che quel breve intervallo, che divideva i due conduttori fosse occupato da una fiamma animata da continua corrente d' aria, come è uso nella solita lucerna da smaltatore. Eccovi condensata, ed avvivata quanto più poteasi la corrente ignea: mancavano nulladimeno le contrazioni musculari. Lo stesso accadde facendo uso di varie fiamme fornite di diversa energia, alimentate da diverse sostanze.

§. III. Questi risultati sembrarono a taluno tanto stravaganti, che si cominciò per fino a porre in dubbio la deferenza della fiamma tanto celebrata dai Fisici. Non mancava chi opinasse agire essa nelle esperienze della elettricità artificiale in vigore della sua meccanica forma acuminata: di più sospettavasi che il corpo della fiamma fosse privo di quella deferenza che è necessaria a trasportare una debole elettricità. Favoriva l' opinione di questi l' indole delle particole oleose, e bituminose, le quali è pur certo che alimentano la fiamma, e sono di natura coibente. Il Gas ossigene che nutre la fiamma è coibente esso pure; sottile, e diradata è la sostanza che la forma, secondochè ne avvisano le microscopiche osservazioni riportate dal vostro celebre

Fi-

Fisico Lamark: tutte ragioni per attribuire il negato passaggio della elettricità animale a difetto del necessario grado di deferenza nella fiamma.

§. IV. Io ben lungi dal sospettare che fosse priva la fiamma della necessaria deferenza, tutto all' opposto m' avvisava, che l' essere essa soverchia, la cagione fosse del suddetto fenomeno. Accordo di buon grado essere d' ordinario d' indole coibente le particole, che nutrono la fiamma; rinunciano però esse a tale proprietà nell' atto della combustione, in vigore della quale divengono deferenti. Quando nell' accennata esperienza interponeva fra due conduttori un pezzo di vetro fuso mediante la lucerna da smaltatore, comparivano le contrazioni, lo che dimostra quanto possa lo stato d' ignizione per cambiare in deferenti gli stessi corpi coibenti. Eccovi pertanto per l' una parte la figura acuminata della fiamma atta a dissipare l' elettrico fluido, eccovi per l' altra la sostanza ignea, che tutta la compone, mirabilmente idonea a trasportarla. Può dunque la soverchia deferenza della fiamma offendere il libero corso della elettricità animale, senza della quale indarno si vorrebbero le contrazioni musculari. Benchè inclinassi dapprima ad abbracciare più volentieri quest' ultima opinione, credei necessario consultare le esperienze, le quali pienamente decidessero col fatto la questione.

§. V. Debbo in questo luogo chiamarmi grato al celebre Direttore Moscati insigne lume della Repubblica letteraria, ora singolare appoggio, ed ornamento della Repubblica Cisalpina, che m' invitò lo scorso Autunno a tentare cogli elettrometri recentemente scoperti la elettricità della fiamma. Dal suo consiglio hanno avuta origine l' esperienze, le quali confermano la mia opinione poc' anzi proposta. Nell' Elettrometro di Bennet determino la corrente elettrica della eccitata elettricità metallica ad un conduttore interotto per l' intervallo di una linea, il quale posso compiere a piacimento coll' applicarvi il corpo della fiamma. Passa allora liberamente la elettricità, e l' annesso sensibilissimo elettrometro non presentami alcuna divergenza: dunque conchiudo la fiamma è un felicissimo deferente. Di più senza apporre la fiamma al luogo ove è interotto il conduttore come sopra, la appresso alla distanza di un pollice, e più ancora

M secon-

secondo la varia copia di elettricità eccitata; osservo con sorpresa, che l'elettrometro non diverge: ritiro affatto la fiamma, ecco nuovamente la divergenza dell' elettrometro. Questa seconda esperienza a parer mio vieppiù conferma la prima: se alla distanza di un pollice, e più ancora è capace la fiamma a dissipare la elettricità, quanto più lo dovrà essere quando è applicata al conduttore medesimo? Finalmente essendo eccitata la elettricità nell' elettrometro di Bennet, appresso a vicenda ora la fiamma alla suddetta distanza di un pollice, ora un acutissima punta alla distanza soltanto di quattro, di tre linee, e meno ancora: sempre nel primo caso cessa di divergere l' elettrometro; niuna, o pochissima mutazione soffre nel secondo; dai quali fatti mi credo lecito conchiudere, che anche rapporto alla minima elettricità la deferenza della fiamma di gran lunga sorpassa quella dei metalli, e degli altri corpi.

§. VI. Dopo queste esperienze ritorno più coraggioso alla elettricità animale, a cui soltanto eran dirette le mie ricerche. Ad eguali effetti eguali cagioni rispondono, che operano colle leggi medesime. Eccovi la fiamma, che per l' una parte toglie il movimento agli elettrometri nella macchina di Bennet, ecco per l' altra la stessa fiamma, che applicata alla elettricità animale ne arresta il passaggio; eccovi nel primo caso niun moto negli elettrometri, eccovi nell' altro niun moto nelle fibre musculari. Ma questa mancanza di moto negli elettrometri debbo io sicuramente ripetere dall' avere dissipata colla fiamma la elettricità naturale; perchè dunque non dovrò ad eguale diritto argomentare, che sia sospeso il movimento musculare per una emanazione di elettricità animale, la quale avidamente tratta dalla fiamma, e distolta altrove, non ha potuto compiere la sua circolazione, senza la quale non ponno aversi contrazioni musculari?

§. VII. Passiamo ora alle Boccie di Leyden, le quali presentando curiosi fenomeni, meritano pure la vostra considerazione, e le vostre riflessioni. Venne alla mente di sperimentare varj tubi di vetro tutti di forma cilindrica, dei quali altri erano da una parte aperti, altri d' ambe le parti chiusi ermeticamente, altri erano del tutto ripieni d' acqua, altri soltanto a due terzi della loro altezza. Prendo colla

mano

mano la parte inferiore dei detti cilindri, e alcun poco di sotto al livello, ove termina il fluido, circondo il cilindro con una metallica armatura, la quale appresso al conduttore caricato di elettricità. Dopo una discreta elettrizzazione ritiro i tubi di vetro posseduti dalle due contrarie elettricità, le quali si manifestano con gagliardi scuotimenti, e forti esplosioni. Eccovi pertanto una boccia di Leyden in cui un corpo coibente divide la interna dalla esterna armatura, in cui si ha l' esplosione benchè l' elettrico vapore non communichi tosto coll' interna armatura dell' acqua chiusa ermeticamente, benchè l' arco sia portato alle due esterne armature, laddove nelle boccie communi viene d' ordinario fatto l' arco dall' esterna all' interna armatura. Voi troverete facilmente questa struttura di boccia diversa dall' altre, che comunemente adoprano i Fisici, e sentirete per questo stesso la necessità di ridurla ai generali principj.

§. VIII. Se mal non m' avviso, parmi che non ostante la diversa forma di detta boccia, pure in essa osservi l' elettrico fluido la stessa maniera di agire, nè si ricusi alle note leggi dell' elettricità. Pertanto analizzando la struttura del descritto cilindro di vetro, inclinerei volentieri a ravvisare in esso l' azione di due semplici boccie communi unite, e legate insieme in una boccia sola. Volgete per un momento lo sguardo alle esperienze del Dottissimo Professore Barletti, ove considera due communi boccie insieme unite in modo, che la prima pende dall' elettrico conduttore caricato, avendo attaccata la seconda alla sua esterna armatura. Sonovi in questo caso quattro armature, due delle quali, la prima cioè, e l' ultima esterne sono, e separate fra loro da superficie di vetro: l' altre due armature di mezzo sono insieme communicanti per modo, che sembrano costituire un' armatura sola. Pure se indurrete l' elettricità in questo apparato, avrete la esplosione facendo arco fra le due esterne armature.

§. IX. Riscontrate ora non difficilmente le stesse quattro armature adattate con simile artificio nel tubo di vetro, che abbiamo di sopra descritto. La foglia di metallo esteriormente applicata di sotto al livello dell' acqua vi offre una armatura, altra pure ravvisate nella mano applicata all' estremità di esso: sono queste le due armature esterne.

L'acqua interna presenta le altre due armature intermedie dovendo essere posseduta da due differenti elettricità a somiglianza delle due armature di mezzo delle suddette semplici boccie di Leyden, le quali benchè communicanti fra loro sono possedute da contrarie elettricità. Di fatti la prima esterna armatura applicata al conduttore elettrico non può caricarsi positivamente, senza che l'acqua interna superiormente si renda elettrica negativamente: nè può la stessa acqua racchiusa entro il tubo di vetro spogliarsi della naturale elettricità senza trasferirla agl' inferiori strati d'acqua dimoranti nello stesso tubo, i quali per questo stesso debbono divenir elettrici negativamente. Avete pertanto nell' acqua racchiusa nel tubo le due intermedie armature possedute da contraria elettricità, essendo di fatti l'una porzione di detta acqua negativamente elettrica, l'altra positivamente. Finalmente per la nota general legge della carica dei vetri non può l' inferior parte dell'acqua nel tubo divenire elettrica positivamente, senza che la opposta superficie corrispondente all'esterna mano, che sostiene il tubo si faccia elettrica negativamente. Ecco la quarta armatura, la quale è esterna, ed elettrica negativamente. Dopo aver fatta una tale analisi della varia elettricità delle armature costituenti il descritto tubo di vetro, più non vi parrà strano se facendo arco dalla mano elettrica negativamente, all' esterna armatura, la quale mostrammo essere investita da contraria elettricità positiva, avete l' effetto della scarica, e sentite l'urto della elettrica esplosione.

§. X. Nell' instituire tali esperienze m' avvisai, che la sottigliezza delle pareti di vetro non poco influiva a caricare i tubi con maggior prestezza, e facilità. Per ciò mi diedi a sospettare che reso il vetro della maggiore possibile sottigliezza ottener si potesse la carica senza uopo di metallica armatura. Feci costruire al valente artefice Malagrida alcune sfere di un pollice, e mezzo di diametro, delle quali tanta era la fragilità, che prese dalla mano senza ogni cautela, rompeansi. Appressavo tali sfere ad un conduttore elettrico, il quale era munito di un emisfero di metallo atto a raccoglierle: la opposta estremità dei tubi corrispondenti era sostenuta dalla mano. Adunata per tal modo sufficiente copia di elettricità, la mano superiormente toglieva dal conduttore

la sfera, la quale così com' era spogliata di qualunque metallica armatura toccavo coll' altra mano: fu costantemente osservata la carica elettrica. Mentre occupavami questo genere di esperienze volli autorevoli compagni de' miei tentativi, fra i quali si prestò cortesemente il suddetto Professore Venturi, che nel suo Gabinetto Fisico ripetè la esperienza facendo uso di una sottile ritorta di vetro, la quale applicò al conduttore nella maniera delle sfere di vetro sopra descritte. La frequente rottura delle dette sfere a motivo della loro sottigliezza m' indusse a porre in uso sottili cilindri di vetro di cinque in sei pollici di lunghezza, e di un mezzo pollice di diametro, chiusi ermeticamente, ripieni d' acqua del tutto, o soltanto ai due terzi della loro lunghezza. Applicai questi cilindri, come sopra esposi, ad un conduttore caricato, ed in ciò solo diferivano che non eravi esteriormente apposta alcuna metallica armatura. Essendo nuova, e delicata tale esperienza, sia per l' allontanamento della umidità, sia per la necessaria sottigliezza del vetro, volli pubblicamente ripeterla più volte alle Lezioni di Fisica sperimentale nel nostro Instituto delle Scienze. Quanti fra gli intervenuti prestaronsi a fare col metodo sopradetto la esperienza, tanti esser possono i testimonj dell' esito costante della medesima; i quali anzichè dubitare dello scuotimento nato dalla esplosione del tubo, fecero con me querela per essere stata essa troppo gagliarda. Avete per tal maniera una boccia di Leyden caricata di elettricità, nella quale non v' ha contatto fra la esterna, e l' interna armatura, in cui nelle armature stesse non hanno alcuna parte i metalli, e che nulladimeno dà forti esplosioni.

§. XI. Ravvisarete nella suddetta boccia, come l' umidità, o le particole eterogenee dell' aria, o della superficie del vetro bastano a costituire una zona, la quale fa le veci di armatura, che raccoglie la elettricità positiva, che poi si equilibra colla negativa armatura, a cui è apposta la mano. Di fatti se la persona, che tiene alla mano il cilindro sarà isolata cessa la carica, e l' esplosione. Con queste traccie potrete, non difficilmente spiegare alcune stravaganti scosse, le quali talora sorprendono i Fisici nel trattare i vetri nelle loro esperienze. Nell' osservar il lampo, che presentano i tubi di vetro privi d' aria elettrizzati, ne' quali scorre

il

il mercurio da un capo all' altro, non poche volte mi è accaduto essere percosso da una elettrica esplosione, la quale potrà ridursi al genere di quelle, che abbiamo tentato di spiegare di sopra. Sarebbe a desiderarsi che mediante un qualche artificio fisico fosse posta ad esame la doppia elettricità di cui è posseduta l' acqua racchiusa nel tubo sopra descritto: saranno perciò opportuni gli apparati di Vilson, e di Epino destinati a segnare le contrarie elettricità dominanti nello stesso tempo nelle varie parti del medesimo corpo elettrizzato. Posta la felicità di queste ricerche noi avremmo forse meno difficoltà a comprendere la sicura azione delle boccie elettriche animali, che si scaricano nella torpedine, siccome pure altri fenomeni risguardanti la turmalina, non abbastanza sviluppati dai fisici. Facciamo ora passaggio alle elettriche attrazioni.

§. XII. Benchè avessi ammirato più volte gl' ingegnosi tentativi di Lictembergh, e di altri intorno alle elettriche attrazioni, benchè avessi osservato la polvere di colofonia aderente alla faccia dell' eletroforo ora caricato di positiva, ora di negativa elettricità, pareami nulladimeno che non tutte fossero state tentate le strade che poteano portar lume in tali esperienze. Pertanto preso un' elettroforo segnai sopra di esso alcune traccie di positiva, e di negativa elettricità: con opportuno strumento portai alla superficie del medesimo ad una ad una varie specie di corpi polverizzati presi da tutti i regni della natura. Il Regno Minerale mi somministrò polverizzati gli ossidi di stagno, e di piombo, il vetro, l' antimonio, le limature d' ottone, d' acciajo, e d' altri metalli; il Regno vegetabile apprestò la farina di frumento, di grano turco, di orzo, e varie ceneri di vegettabili brucciati; finalmente dal regno animale furono prese le polveri di cantarelle, di mille piedi, di gusci d' uova, e di ossa polverizzate. Gettate queste polveri contro la superficie del piano resinoso, benchè fossero tutte attratte, nulladimeno la maniera dell' attrazione, variate appena le circostanze, rendeasi affatto diversa: fu dunque d' uopo riscontrare gli elementi che inducevano nelle esperienze tali varietà.

§. XIII. Questa ricerca diede occasione ad esaminare le tre seguenti combinazioni: in primo luogo ritenute le stesse

se

se polveri variare l' azione delle due elettricità ; in secondo luogo ritenuta la stessa elettricità variare le polveri ; finalmente considerare varie polveri attratte nello stesso tempo da varie elettricità . Prendo pertanto una sola sostanza polverizzata presa da qualunque regno della natura , per esempio il minio : carico un piano resinoso mediante una boccia segnandovi sopra alcune traccie di elettricità positiva ; la polvere di minio sparsa contro del piano si compone in una forma stellata : v' inscrivo di nuovo altre traccie di elettricità negativa , e la stessa polvere di minio attratta dal piano offre una continuata serie di superficie circolari . Sperimentando adunque ad una ad una le stesse polveri trovasi che indistintamente vestono la forma ramosa , o circolare , secondo le varie elettricità a cui sono applicate : tutto ciò riguardo alla prima combinazione .

§. XIV. Ora ritenendo un solo genere di elettricità , carico il piano resinoso soltanto di elettricità positiva , e vi getto contro due distinte polveri insieme mescolate ad eguali porzioni , per esempio di minio , e di zolfo : osservo che lo zolfo acquista una forma stellata separandosi dal minio , il quale confusamente sparso nel piano non presenta alcuna forma regolare . Nuovamente carico il piano resinoso di sola elettricità negativa , e vi spargo le due suddette polveri : vedo tutto all' opposto il minio comporsi in forma circolare , e ricadere separato lo zolfo senza avere alcuna forma particolare . Dunque lo stesso minio il quale nella prima combinazione essendo solo , era indiferente a vestire la forma stellata , o circolare , essendo in questa seconda combinazione unito ad altre sostanze , mostra di essere più naturalmente tratto dalla negativa , che dalla positiva elettricità . Finalmente dopo avere inscritto sul piano resinoso ambedue le elettricità , vi spargo contro due polveri insieme mescolate di colore alquanto diverso , acciò la separazione loro rendasi più manifesta : adopero per esempio il cristallo montano polverizzato , e lo zolfo . Eccita sorpresa il vedere come quella picciola nube artificiale di polveri , al risentire l' azione elettrica , si scompone , e manda quà , e là sparse con certa legge le particelle del cristallo , e dello zolfo , le quali ad uno stesso tempo divide fra loro , producendo in queste una forma stellata , in quelle una forma globulare .

Si-

Simile separazione non è mancata adoperando col suddetto metodo insieme mescolate le polveri di rame, e di biacca; di antimonio, e di fina limatura d' ottone; di minio, e di farina comune di frumento. L' opposizione del colore nelle polveri giova molto a rendere più distinto il fenomeno. Dopo avere mostrato questo potere della elettricità nel separare le particelle dei corpi, anzichè pretendere di darne alcuna spiegazione, credo miglior consiglio invitare i fisici a riconoscere, e a sviluppare con replicate osservazioni questa nuova facoltà elettiva da cui ponno derivare molti lumi a vantaggio della elettrica teoria.

§. XV. Invertendo l' ordine delle suddette esperienze, pongasi prima nel piano resinoso diradata polvere, ed in seguito gli sia appressato a varie riprese ora in un punto, ora in un altro il conduttore di una boccia caricata positivamente: sarà la polvere ripulsa, e nel ritirarsi lascierà impresse altrettante orme di forma stellata: questo fenomeno egualmente osservasi in un piano di vetro (1). Tornando alle suddette esperienze instituite nei piani resinosi, avvertirò che nei luoghi ove le traccie della positiva elettricità sono intersecate con quelle della negativa, non acquistano le polveri la figura stellata, o globulare, ma una forma affatto irregolare. Osservasi pure a favorevole stagione, che il piano resinoso, caricato una sola volta fortemente delle due contra-

(1) Benchè nelle altre descritte sperienze sia necessario adoperare il piano resinoso, egualmente però serve in questa un piano di vetro. Amerei in questo luogo che presso dei Fisici fossero tradotte più generalmente le lastre di vetro all' uso di un semplice, e comodo elettrotoro. Non è a temersi la supposta fugacità del fluido elettrico nell' elettroforo vitreo: a felice stagione ho osservato per più settimane caricato un desco di cristallo, che aveva poco più di sette pollici di diametro. Avendo in pronto un piano metallico isolato ponno i Fisici ovunque, anche lontani dai commodi delle città, formarsi all' istante un elettrico apparato. La comune vetratura di un piatto di majolica all' applicazione dello scudo mi ha esibite sempre gagliardi scintille elettriche: lo stesso ho osservato in molti marmi levigati, e specialmente nelle lave del Vesuvio. Piccioli pezzi di Cristallo offrono una elettricità molto sensibile: un desco di cristallo poco più di pollici 2 ½ di diametro mi ha dato più volte sufficiente elettricità per accendere l' aria inflammabile nel noto apparato della pistolla elettrica.

trarie elettricità, è idoneo ad attrarre nuovamente o le stesse, o altre diverse polveri nella maniera sopra descritta. Dopo un intera giornata, e più lungamente ancora, ho tolte via le polveri tuttora aderenti al piano resinoso, e ve ne ho sostituite altre sénza caricarlo di nuova elettricità; benchè più debole, nulladimeno si è osservata la separazione, ed attrazione delle polveri accompagnata dalla forma stellata, e circolare.

§. XVI. Avendo communicata al Professore Galvani la suddetta serie di esperienze, gli piacque esortarmi a tentare nei corpi fluidi que' fenomeni, che avevo soltanto nei solidi riscontrato. Prendo pertanto un' armatura metallica circolare d' un mezzo o tre quarti di pollice la quale impongo sopra d' un piano di resina: circoscrivo lungo tutta la periferia una traccia di olio; in seguito rendo l' armatura elettrica positivamente col mezzo di una boccia caricata. Tosto vedo l' olio spandersi per ogni dove, e vibrare varj raggi i quali spiegansi da lontano formando una specie di sole radiante. Allora applico allo stesso piano resinoso una seconda armatura dello stesso metallo di forma del tutto simile alla prima: nuovamente v' induco l' elettricità positiva, ed apparisce tosto un' altro sole radiante. Procurai che le armature fossero collocate in modo che i raggi derivanti dalle suddette armature benchè tra loro vicini nella stessa direzione, non però si toccassero. In questo stato di cose carico di nuovo l' una delle dette due armature con elettricità negativa, e osservo i raggi, i quali aveano prima un certo confine, sempre più avvanzarsi, quasi mostrando di volere andare incontro ai raggi dell' armatura caricata di elettricità negativa. Grazioso spettacolo era il vedere come ora per retta, ora per obbliqua strada i raggi dell' elettricità negativa di fatti raggiugneano quelli dell' elettricità positiva formando un raggio solo, che univa ambedue le armature. Troverete pur anche da questo fenomeno (2) confermata quella nativa ten-

ten-

(2) L' olio elettrizzato presenta molti fenomini i quali confermano la sua tendenza all' espansione. Se sieno versate goccie d' olio sopra il livello dell' acqua semplicemente elettrizzata da un conduttore, vedonsi esse subdivise in altre, ed altre picciolissime quasi senza poterle numerare: lo stesso accade se sia versata poca copia d' olio nell' acqua

denza all' equilibrio la quale mediante l'attrazione manifestano i corpi posseduti da contraria elettricità.

§. XVII. Poichè l' elettrico fluido artificiale meravigliosamente imprime certe determinate forme nei corpi, non so immaginare come non sia pure di tale proprietà fornito il naturale elettricismo, che tanto più ne abbisogna per la formazione delle celesti, e delle terrestri meteore. Merita tra l' altre in questo luogo tutta la vostra considerazione la figura della neve, non abbastanza dilucidata da altri, la quale avrà forse dai suddetti fenomeni una qualche spiegazione. Avete osservato come l' artificiale elettricità talora induce nelle polveri una forma radiante, talora una forma circolare, talora una forma irregolare: traducete questa proprietà al

---

interna di una boccia di leiden caricata. Obbedisce pure l' olio con mirabile prontezza all' elettrica attrazione: prendo un tubo di vetro d' ambe le parti aperto della lunghezza di sei pollici circa e di tre, o quattro linee di diametro: l' un capo immergo per un mezzo pollice in un vaso d' olio comune, e chiudo l' altro capo con un deto della mano, acciò la pressione dell' aria trattenghi l' olio nel tubo. In questo stato di cose presento il tubo dalla parte in cui v' è l' olio ad un conduttore fortemente elettrizzato; e vedo alla distanza di quattro e più pollici lanciarsi l' olio verso il conduttore formando una fonte composta di picciolissimi zampilli, che sgorgano con una subdivisione quasi impercettibile: a maggior distanza, e con maggior impeto nasce l' attrazione se ripetasi l' esperienza sostituendo nel tubo l' olio di terebintina. Finalmente in una boccia di leiden fornita intenramente d' acqua fortemente elettrizzata versai una discreta copia di olio: osservai tosto insorgere una ebullizione accompagnata da violento moto vorticoso, per cui le onde rompeansi contro le pareti del vetro, e tale picciola procella non potè calmarsi, che facendo equilibrio trà l' interna, e l' esterna armatura. E' stato congetturato fino a tempo di Plinio che i procellosi flutti del mare possano essere mitigati versando alla superficie molta copia di olio. Il Fisico Leyeld negli atti di Trevoux richiama quell' antica opinione, la quale quasi giacea nelle tenebre, ed esorta i Fisici a volere intraprendere nuovi tentativi intorno alla medesima: io pure gli inviterò a volere, seguendo le traccie del celebre Ab. Frisio ripetere, e variare le loro esperienze a fine di accertare un metodo tanto utile alla società, e insieme togliere ai seguaci di Plinio la taccia di avere prodotta una erudita superstizione appoggiata ad una falsa autorità.

al vario elettricismo naturale attraente i vapori sparsi nelle nubi, e intenderete non difficilmente come la neve alcuna volta si componga in forma di stelletta, talora in forma di globi, talora si condensi in fiocchi di forma irregolare. Se l' elettricità naturale delle nubi sarà positiva avrete la neve stellata, se negativa la neve globulare, se a vicenda agiranno ora la positiva, ora la negativa avrete fiocchi di neve di forma irregolare.

§. XVIII. Ne credo io già vorrete riprendermi per essere nell' adotta spiegazione partito dal principio, che l' elettrico fluido abbia molta parte, siccome nella formazione delle altre meteore, così pure in quella della neve. Proteggono la mia opinione le ingeniose osservazioni del vostro Morveau de Montbeillard risguardanti la formazione della grandine dalle quali raccogliesi l' attività, che ha l' elettrico fluido di eccitare nelle nubi una naturale congelazione. Che se nella calda stagione una abbondante elettricità procellosa è capace a conformare l' acqua in solido ghiaccio, perchè in tempi freddi non potrà una mite elettricità in varie guise combinando i vapori produrre le diverse concrezioni, che ci presentano le varie forme della neve? Osservammo l' anno scorso in Bologna al cadere del mese di Febbrajo venire in mezzo a gagliardo freddo copiosa neve, e scoppiar d' improvviso violento tuono seguito da un lampo splendente oltremodo. Recò sorpresa che comparissero fra l' inclemenza di un rigido inverno le meteore, che siamo soliti osservare piuttosto in altra temperata stagione. S' aprì il seguente Marzo con spessi lampi, che furono per una intera notte continuati. Intanto non solo non fu mitigato il rigore della stagione, ma crebbe il freddo a molti gradi, e una incommoda neve tornò a cadere dal cielo (3). Ho ricordato volontieri tali fenomeni

(2) Mi compiaccio in questo luogo ricordare altre osservazioni pienamente consentanee a quelle fatte in Bologna, che mi fanno coraggio per abbandonare il parere di quei Fisici, che vedendo d' ordinario cader la neve nella stagione dell' inverno, s' avvisarono non potere essere accompagnata da elettriche meteore. E' noto che nel passato secolo a Senlis, e a Châlons, ed in altre vicine Città v' ebbe presso che alla metà dell' inverno una delle più forti procelle: scoppiò la folgore in molti luoghi, e vi produsse danni terribili in mezzo a

per essere stati per l'addietro poco curati dai fisici, e per essere opportuni a confermare l'azione dell'elettricità nella formazione della neve. Poichè se lecito fu al celebre Padre Beccaria nell'atto di osservare molta elettricità nel Cielo mentre comparivano le aurore boreali, argomentare l'azione dell' elettrico fluido nel produrre quella meteora, perchè ad egual diritto non ci dovrà essere ciò accordato per quello spetta alla formazion della neve?

§. XIX. Ma facciamo ritorno ai particolari fenomeni della neve, dai quali derivano nuove prove a favore dell'elettrico principio che la produce. Avrete molte volte osservato che quando cade la neve in forma stellata comparisce a foggia di esagono fornita di sei raggi uguali, che comprendono nel loro intervallo un'angolo di 60 gradi. Dopo le antiche osservazioni di Erasmo Bartolini fatte nell' anno 1661, il Cassini, il Muschembroek unitamente ad altri fisici mo-

---

spessa neve: simile fenomeno fù riscontrato a Montepellier al giorno primo di Gennajo dell'anno 1715. Non mancano esempj di grossa grandine caduta pure nel mese di Gennaro accompagnata da lampi, e da orrende folgori. Il P. le Bossu nel suo *Trattato intorno al Poema epico* oppone questi luminosi fatti alla critica di Scaligero il quale ha ripreso Omero * per avere rappresentati i lampi che si seguivano senza interruzione traversando i cieli, mentre il Padre dei fulmini si preparava a coprire la terra di grandine, e di monti di neve. Si unisce la celebre Dacier al P. le Bossu tutta intenta a salvare la fisica riputazione di Omero: congettura che esso avesse forse veduti a suoi tempi simili fenomeni a quelli, che abbiamo accennati di sopra, e conchiude che le cognizioni Filosofiche del Padre de' Poeti Greci erano superiori di gran lunga a quelle del commentatore Scaligero. A me sembrano in questo luogo meno opportune, tanto le accuse di Scaligero, quanto le accorte difese prodotte dal P. Le Bossu, e dalla suddetta Dacier. Poichè mentre pare per l'una parte indiscreta cosa il portar giudizio di una fervida poetica discrizione con tutta la severità delle leggi fisiche, per l'altra qual meraviglia che il Padre de' Numi dimentico per un momento delle leggi Fisiche, volesse anche in ciò mostrare la sua stessa grandezza per atterire con inusitato portento i mortali? Tal potere riconobbe, e cantò lo stesso Poeta * * lirico, che qui ricordo volontieri, acciò le mie libere riflessioni sieno sottratte dal sempre temuto sdegno de' Poeti.

* *Omero Illiade Lib. X.* * * *Horat. Ode II. Augustum.*

moderni hanno contestata la verità di questo fatto: io pure l' ho riscontrata con piacere molte volte, avvertendo che le stellette talora nel cadere obliquamente schiacciano uno o due raggi i quali essendo in parte accorciati, e tutti raccolti nel centro illudono col far comparire la neve con cinque, o quattro raggi soltanto. Non vorrò io in questo luogo seguendo il parere d'alcuni antichi spiegare il suddetto fenomeno mediante bizzarra qual predilezione della natura verso la forma esagona: molto meno m' affaticherò a dimostrarla col ricordare che hanno una forma esagona i corpi elettrici della torpedine, che esagone pure sono le case di cera negli alveari fabricate dalle api, e le capsule, che raccolgono i grani di molte piante. Sarebbe ciò lo stesso che pretendere di dare la soluzione d' un problema, col produrre nuovi problemi; lo stesso, che moltiplicare i problemi, non scioglierli. Si correrebbe anzi pericolo, che questa predilezione della natura verso la forma esagona risvegliasse una qualche gelosia nella figura pentagona, la quale potrebbe a gara far vedere come pure in altre piante cinque sono i lati, che stringono i grani, cinque i petali, cinque le foglie che ornano d' intorno i fiori; potrebbe pure aggiugnere, che cinque sono i raggi nelle stelle marine, e in altre produzioni naturali. In somma tanto può questo amore, e questa predilezione della natura per gli esagoni a spiegare la forma della neve, quanto in altro tempo l' odio, e l' orrore del vacuo a spinger alto l' acqua nelle trombe aspiranti.

§. XX. S' adoprò il celebre P. Beccaria di derivare da geometrici principj la spiegazione della forma esagona della neve. Immaginati i vapori nelle nubi similmente posti in un piano ad eguale distanza, dimostra che ciascun vapore può considerarsi atorniato da varie serie di vapori in forma di esagoni concentrici, di modo tale che essendo il vapore centrale animato da diversa elettricità, attragga i sei vapori più vicini, e questi altri, ed altri finchè sieno formate le stellette esagone. Vana sarebbe questa geometrica spiegazione senza riccorrere ad una primaria cagione, la quale esso ravvisa nella diversa elettricità dei vapori. Laonde non ponno contro del Padre dell' Italiana elettricità volgersi le querele, che il vostro Mairan mosse contro del gran Cartesio, ricordandogli = *che ove le strade semplici della pura geometria sono*

inca-

incapaci per intendere la formazione di certi effetti, è duopo aver ricorso a quei fluidi sottili, attivi, ed energici di cui mille altri effetti ci scuoprono l'esistenza. Il P. Beccaria in un epoca in cui la fisica era fornita di maggiori lumi, e giunta per le stesse sue scoperte a molta celebrità, benchè avesse traveduta l'azione del fuoco elettrico nella formazion della neve, non avea però col fatto dimostrato per qual guisa potesse esso produrre le stellette esagone. Ecco ciò che forma l'oggetto delle ricerche che seguono.

§. XXI. Tentiamo pertanto ravvisare coll'analogia delle artificiali esperienze elettriche, la sua attività nel rendere esagona la forma della neve. Comincio dall'inscrivere all'Elettroforo varj punti elettrici divisi gli uni dagli altri, e spargendovi contro le polveri, osservo varie stellette, le quali secondo l'energìa della carica sono talora fornite di dodici, talora di dieciotto, talora pure di ventiquattro raggi. Compariscono le stellette più distinte, se communico all'elettroforo l'elettricità mediante una punta annessa all'armatura interna delle boccie. Trovando che il numero de' raggi osservati contiene il più delle volte per multiplo il numero sei, mi lusingai, che scemata la forza della carica, sarebbero comparse le stellette esagone. Di fatti caricando le boccie con un solo giro della macchina, e qualche volta ancora con una metà vidi che le stellette erano munite di sei raggi, emulando anche nella sua picciolezza la figura naturale della neve. Traduco ora questa stessa esperienza ai corpi fluidi: spargo alla superficie dell' elettroforo alcune goccie distinte di olio commune: al centro di queste goccie determino le punte di altrettanti aghi i quali sono posti in direzione verticale, e scaricando col metodo accennato di sopra alle estremità degli aghi una debolissima scarica, vedo molte volte le stellette fluide di figura esagona. Parvemi però servendo a tutta ingenuità, ravvisarle con maggior costanza nel metodo delle polveri sopra indicato. Non dubito però, che ripetendo per varie strade l' esperienza non debbasi essere condotto ai risultati medesimi tanto facendo uso de' corpi solidi, quanto de' fluidi. Piacemi avvertire in questo luogo le molte anomalie che debbono temersi o per parte della varia resistenza che oppongono le menome irregolarità del piano resinoso, o per parte della varia adesione delle particelle

celle costituenti l' olio medesimo. Sarà d' uopo temperare a menomi gradi la forza elettrica, se si farà uso nella suddetta esperienza dell' olio etereo di terebintina. Tanta è la prontezza con cui si compone nella forma di sole radiante, che avendo posti nell' elettroforo in una stessa linea ad eguali intervalli varj aghi corrispondenti ad altrettante goccie del detto olio, mentre al primo di essi trasportavo l' elettricità, il secondo al risentire la sola azione dell' atmosfera elettrica, componeva esso pure il fluido in forma stellata fornita di innumerevoli raggi.

§. XXII. Avendo pertanto osservato che il fluido elettrico è atto ad attrarre i corpi polverizzati, e i vapori imprimendo ad essi la forma esagona, e dovendo pur esservi nelle nubi un fluido, il quale imprima questa stessa forma nei vapori che colà si congelano sotto l' aspetto di neve, pare che dalla forma stessa della neve ne risulti nuovo argomento a favore della elettricità. Sarà esso vieppiù avvalorato, se ricorderete all' animo che minima è la copia dell' elettrico fluido artificiale necessario per ottenere le stellette esagone. Minima pure è la copia dell' elettricità naturale nella stagione dell' Inverno, la quale per questo stesso diviene più atta a formare la neve; osservandosi difatti che d' ordinario non cade nei tempi in cui l' atmosfera è ricca di una maggior copia di elettricità. Piacciavi meco notare che essendo un solo il genere di elettricità in un dato tempo dominante nell' atmosfera, così pure differenti specie di neve non cadono mai confuse, e miste le une colle altre: non ne cade successivamente, che una specie alla volta, ossia in differenti giorni, ossia in differenti ore di un giorno medesimo. Ma sopratutto la debole copia di elettricità, che è necessaria per imitare le stellette esagone artificiali, appresta idoneo argomento a favore dell' azione elettrica nella formazione della neve.

§. XXIII. Non sarà inopportuno di raccogliere in un sol luogo le viste generali, che partono dalle descritte esperienze, esponendole nei Corollarj, che seguono.

Coroll. 1. E' chiaro in primo luogo l' influsso dell' elettricità nelle chimiche secrezioni: benchè Bergman avesse mediante la scintilla elettrica separato l' acido aereo dall' aria atmosferica, è però utile il riscontrare ora in molti corpi ciò che egli avea osservato in un solo.

Coroll. 2. Ha l' elettricità molta attività nell' unire, e dividere le particole dei corpi, sembra anzi aver di più una facoltà elettiva per cui fra gli stessi corpi deferenti attrae più volentieri gli uni, che gli altri, d' onde si potrebbe construire una tavola di comparazione della varia defferenza de' corpi.

Coroll. 3. L' azione dell' artificiale elettricità induce ne' corpi certe forme ora radianti, ora circolari, ora di forma irregolare. Perchè non potrà essere cagione degli stessi effetti l' elettricità naturale, la quale se come avete veduto ha molta parte nella formazione della neve, intenderete per qual motivo vi cada dal cielo talora composta nella figura di stellette regolari, talora in quella di globo, alcuna volta eziandio in forma di fiocco. Che anzi mi lusingherei, che si potesse un giorno dalla forma stessa della caduta neve raccogliere il genere di elettricità che la formò nell' alta atmosfera: i fisici misurando co' loro elettrometri lo stato dell' atmosfera nel tempo del verno potranno esaminar la proposta congettura.

Coroll. 4. Vi è nota la legge fondamentale, che vuole che i corpi posseduti da omologa elettricità sieno ripulsi, colla elettricità contraria, sieno attratti. Avea l' industria de' fisici provata questa legge soltanto ne' corpi solidi; ora la potrete estendere anche ai fluidi, intorno ai quali non è noto, che altri per l' addietro abbia fatto verun tentativo. Di fatti osservaste, che i raggi d' una sostanza fluida provenienti da diverse parti, s' avvanzano nell' elettroforo, e s' incontrano scambievolmente, mostrando in questo stesso una specie d' attrazione.

Coroll. 5. Essendo affatto cambiata la struttura della boccia di Leiden, e tolte le metalliche armature, ponno nulladimeno i vetri essere posseduti dalle due contrarie elettricità, ed eccitare la esplosione. Ciò provano i tubi di vetro superiormente descritti capaci d' essere caricati delle due opposte elettricità, benchè l' acqua che ne costituisce la interna armatura sia da tutte le parti mediante il vetro separata dall' armatura esterna. Se ciò possiamo ottenere col mezzo dei presidj fisici, meno dovrà parer strano che la natura ricca di maggiori mezzi abbia voluto nella macchina animale mediante un artificio analogo a quello della boccia di Leiden stabilire fra i nervi, e i muscoli una circolazione di elettrico fluido atto ad eccitare i moti muscolari.

Nell'

Nell' intraprendere le esposte ricerche era mio consiglio di riconsegnare ai fisiologi la elettricità fornita di qualche nuova prerogativa, che incoragisse i più ritrosi a farne uso nella teoria delle contrazioni musculari: a Voi spetta il giudicare, se abbia pure servito al fine propostomi. Sarà intanto dalla vostra dottrina, e del amor vostro per le cose fisiche il recar nuovi lumi alla scoperta del Professore Galvani, e insieme agli studj dell' Accademia nostra alla quale in singolar modo appartenete: per tal guisa trarrà essa sollecito il frutto di avere riconosciuto il vostro merito nella gloriosa vostra associazione, e s' accrescerà in me la compiacenza di avere da Voi sì cortesemente ottenuta la vostra dotta corrispondenza.

INDICE

DELLE MEMORIE.

PRINCIPALI ERRORI DI STAMPA

MEMORIA PRIMA

Pag.	lin.	ERRATA	CORRIGE
1	11	avolta	avvolta
	16	degl'	degli : *e così sempre*
3	28	fila di metallo, e	*si cancelli la* e
2	2	esiggere	esigere
3	35	l' esistenza	la mancanza
	5	aricchita	arricchita
	36	che mancano	ch' esistono
	12	diriggo	dirigo
	16	eletricità	elettricità
	23	sopradetto	sopraddetto
3	28	a qualche	a qualunque
	29	amette	ammette
	34	su	a
4	10	commune	comune
	19	agl'	agli : *e così sempre*
	29	negl'	negli : *e così sempre*
5	29	camino	cammino
	35	avalorato	avvalorato
	36	accelleramento	acceleramento
6	11	cortesamente	cortesemente
	16	inanzi	innanzi
7	16	avenire	avvenire
	25	si tagliano	si taglino
9	9	accelleramento	acceleramento
	17	allo	al
	33	diffendere	difendere
	38	diferenza	differenza
	38	interuzione	interruzione
	39	del	dal
10	9	esatezza	esattezza
	15	aceleramento	acceleramento
	22	sovraposte	sovrapposte
	38	caminasser	camminasser
	36	soprariferite	soprarriferite
11	6	ottennute	ottenute
	23	communica	comunica
	24	communicazione	comunicazione
12	46	commodo	comodo
13	3	pelpastrello	polpastrello
	7	sovraponga	sovrapponga
	23	interompere	interrompere
	37	interotto	interrotto
14	1	addatte	adatte
	12	quallora	qualora
	30	o d'	od
	40	riconosciutela	riconosciutala.

MEMORIA SECONDA

Pag.	lin.	ERRATA	CORRIGE
15	18	obbietasse	obbiettasse
16	23	una gamba dell' altra	una gamba dall'altra
	28, e 29,	e che la boccucia	e che la boccuccia
	31	Ma ritornando però un poco	Ma ritornando per un poco
23	7	metalli &c.	metalli.
	33	e sovra d'esse	e sovra d'essa
	30	pressocchè	pressochè
	41	in esso	in esse
	21	ineficaci	inefficaci
	28	e trascurare	e trascurarne
28	33	giro di elettricità	giro della elettricità

MEMORIA TERZA

Pag.	lin.	ERRATA	CORRIGE
31	22	otserva	osserva
	28	delle	della
	32	interotta	interrotta
36	14	osia	ossia
37	2	lincette	lineette
38	40	delle	dalla
	26	diriggono	dirigano
43	21	cosa	caso
	29	addattando	adattando
44	14	inun	in un
45	3	gl'	gli
46	2	denervi	de' nervi

Pag.	lin.		
39	33	inassegnabi-le	innassegnabile
	36	incrocciarsi	incrociarsi
40	33	dalla	della
42	13	interotta	interrotta
47	12	estenssione	estensione
	35	communicazione ,	comunicazione
48	40	aepartiene	appartiene

MEMORIA QUARTA

Pag.	lin.	ERRATA	CORRIGE
	22	si grandemete	si grandemente
	40	dell'anguille	dell' anguilla
	37	diferenza	differenza
	15	interuzione	interruzione
	19	interuzione	interruzione
	29	a supporre	a superare
	14	della torrente eletrica	della torrente elettrica
54	12	denti che in vano si richiama gli altri	denti , che in vano si richiama dagli altri
55	11	facciasi costantemente della	faccia costantemente le veci della
	21	essere separata dalle anzidette forze ne	essere superata dalle anzidette forze , ne
	5	o in tutto , o in parte	in molta parte
	25	nuove parte fluide	nuove parti fluide
60	15	e 16 ossia dall' avvicinarsi frà	ossia dall' avvicinarsi frà loro
	33	cke vengano	in modo che vengano
62	19	diferente grado .	di differente grado
	22	sia proceduta alterazione	sia preceduta alterazione
	39	ad essere separati	ad essere superati
63	10	opiati .	oppiati .
	14	opio .	oppio .
	19	opio	oppio

MEMORIA QUINTA

Pag.	lin.	ERRATA	CORRIGE
64	9	Torpedine	*si legga* Ginnoto , *in cui , e non già nella torpedine è stata finora osservata la scintilla .*
	10	microscosio	microscopio
	24	acuratezza	accuratezza
	12	sovraposti	sovrapposti
	16	cogl'	cogli : *e così sempre*
	23	al uopo	all' uopo
66	2	lo	li
	40	liberi	libero
67	1	faceva trar	faceva conoscere trar
	26	rane	razze
	32	torpedine	torpedini
	35	non se gli può	non si può loro
68	8	diferente	differente
	23	difusione	diffusione
	24	addivengono	adivengono
68	33	il medesimo fluido	essere il medesimo fluido
	35	incrocciano	incrociano
69	1	e'etricità	elettricità
	4	raconti	racconti
	5	sopreso	sorpreso
	14	porla	porle
	22	son quelle	non son quelle
70	1	murcoli	muscoli
	5	medollare	midollare
71	18	muscoli .	muscoli ?
72	12	surrefferito	surriferito
	18	scorra	scorre .
83	38	nella	nelle
	28	confessarò	confesserò
75	10	ricevute	ricevuta
80	8	in quest	in questi
83	25	lo circondano , dispersi	lo circondano , e per conseguente disperdersi
84	26	umido all' animale	umido , o all' animale
88	25	necessaria	necessarie
	34	rifferiti	riferiti
86	3	delicati ;	delicati ,

TAVOLA I.

In cui si mostrano le più verisimili traccie, che tiene l'animale elettricità nell' escire dai muscoli delle gambe, e nel ritornare ai medesimi per obbedire secondo le varie positure dell' arco e delle armature alla legge del circolo, che descrive costantemente la suddetta elettrlcità nei moti muscolari; legge che è la stessa non che nelle rane preparate, ma nelle viventi eziandio, e perfino negli animali a sangue caldo, e nell' uomo.

Fig. 1.

H I *Nervi Isciatici*

n o r s t u torrente elettrica della gamba M, e circolo che descrive ne' moti della medesima, essendo applicato l' arco colle armature al nervo isciatico I, ed ai corrispondenti muscoli della gamba G

a b c e torrente della gamba G e suo circolo nella stessa posizione dell' arco, e delle armature.

Fig. 2.

I *Nervo Isciatico*

a b c e torrente elettrica, e suo circolo, applicato parimenti l' arco colle armature alla stessa maniera; ma dimostrato tal circolo per maggior chiarezza nella sola gamba G

Fig. 3.

H I *Nervi Isciatici*

n o r s t u torrente elettrica, e suo circolo nella gamba M applicato l'arco colle armature al solo nervo I

a b c e torrente elettrica della gamba G, e suo circolo.

Fig. 4.

n o r s t u torrente elettrica nella gamba M, e suo circolo applicato l' arco colle armature alla estremità del nervo I tagliato.

a b c d e torrente della gamba G, e suo circolo.

TAVOLA II.

In cui si mostra lo stesso circolo in varie altre preparazioni dell' animale, e posizioni dell' arco, e delle armature.

Fig. 5.

n o r s t u circolo della torrente elettrica nella gamba M essendo applicato l' arco colle armature ad ambidue i nervi isciatici H I

a b c d e circolo della torrente elettrica della gamba G.

Fig. 6.

n o r s t u circolo della torrente elettrica nella gamba M applicato l' arco colle armature alli stessi nervi isciatici H I, ma recisi, e separati l' uno dall' altro.

a b c d e circolo della torrente elettrica nella gamba G.

Fig. 7.

n o r s t u circolo della torrente elettrica nella coscia M applicato l' arco colle armature ai soli nervi isciatici, come nella Figura 5. ma divise in oltre, e separate le coscie mediante il taglio.

a b c d t e circolo della torrente elettrica nella gamba G.

Fig. 8.

n o r s u circolo della torrente elettrica nella gamba M essendo recisi i nervi isciatici, e l' arco, e le armature applicati ai nervi crurali, o sia alla porzione dei stessi nervi isciatici sepolta naturalmente nelle coscie, e scoperta solamente alcun poco mediante un piccol taglio.

a b c d e circolo della torrente elettrica nella gamba G.

Fig. 1.
o
H
I
b
r
n
a
u
t
c
s
e
M
G
Fig. 2.
I
a
b
c
e
G
Fig. 3.
r
b
o
s
H
I
c
n
a
t
u
e
M
G
Fig. 4.
c
r
o
d
s
I
t
H
b
n
a
u
e
M
G

Fig. 5.
r
c
s
d
H
I
b
o
t
n
a
u
e
M
G
Fig. 6.
r
c
b
s
d
H
I
o
t
n
a
u
e
M
G
Fig 7.
r
c
d
o
t
b
s
H
I
n
a
u
e
M
G
Fig. 8.
b
o
c
r
n
d
s
a
u
e
M
G